

Jenaische Zeitschrift

für

NATURWISSENSCHAFT

herausgegeben

von der

medicinisch-naturwissenschaftlichen Gesellschaft

zu Jena.

Vierzehnter Band.

Neue Folge, Siebenter Band.

Mit 28 Tafeln.

Jena,

Verlag von Gustav Fischer

vormals Friedrich Mauke.

1880.

Inhalt.

Seite

R. Wiedersheim, Das Gehirn von Ammocoetes und Petromyzon Planeri mit besonderer Berücksichtigung der spinalartigen Hirnnerven, mit 1 Tafel 1

R. Wiedersheim, Das Skelet von Pleurodeles Waltlii, mit derselben Tafel 25

Oscar und Richard Hertwig, Die Actinien anatomisch und histologisch mit besonderer Berücksichtigung des Nervenmuskelsystems untersucht. Fortsetzung aus Bd. XIII, N. F. VI 39

Alfred Fischer, Zur Kenntniss der Embryosackentwicklung einiger Angiospermen, mit 4 Tafeln 90

Wilhelm Haacke, Zur Blastologie der Gattung Hydra. Specielle und generelle Studien zur Morphologie und Entwickelungslehre, mit 1 Tafel 133

R. Wiedersheim, Das Skelet und Nervensystem von Lepidosiren annectens (Protopterus ang.), mit 2 Tafeln 155

Körting, Ein neues Mikrotom, mit Abbildung 193

Oscar Hertwig, Die Chaetognathen. Eine Monographie, mit 6 Tafeln 196

Richard Hertwig, Ueber den Bau der Ctenophoren, mit 7 Tafeln 313

C. Frommann, Zur Lehre von der Struktur der Zellen, mit 1 Tafel 458

Karl Bardeleben, Das Klappen-Distanz-Gesetz 467

Moritz Dalmer, Ueber die Leitung der Pollenschläuche bei den Angiospermen, mit 3 Tafeln 530

Otto Hamann, Ueber kiementragende Tritonen, mit 1 Tafel 567

D. Brauns, Ueber Mustela itatsi Temminck und Schlegel, mit 1 Tafel 577

Karl Bardeleben, Die Hauptvene des Armes, Vena capitalis brachii, mit 1 Tafel 586

Das Gehirn von Ammocoetes und Petromyzon Planeri

mit besonderer Berücksichtigung

der spinalartigen Hirnnerven [1])

von

Prof. R. Wiedersheim

in Freiburg i. Br.

Hierzu Tafel I.

Vorstehende Studien, die ich anfangs lediglich zur eigenen Belehrung über das Muskel- und Nervensystem der Cyclostomen unternahm, datiren vom letzten Frühjahr und waren schon bedeutend vorgeschritten, als ich die grosse Arbeit von Schneider: Beiträge zur vergl. Anatomie und Entwicklungsgeschichte d. Wirbelthiere, 1879 zu Gesicht bekam. Da die darin niedergelegten Resultate bezüglich der obigen Organsysteme von meinen eigenen, in diesem und jenem, wie mir scheint, nicht unwesentlichen Punkte, abweichen, so ging ich noch einmal an die Arbeit, wobei ich das Hauptgewicht auf einen Punkt legte, der geradezu zur brennenden Tagesfrage geworden ist, ich meine die Auflösung der Hirnnerven in spinalartige Elemente resp. die daraus resultirende Segmentirung des Schädels.

Auch Schneider hat sich mit dieser Frage beschäftigt, ohne jedoch, was nach meinen eigenen Erfahrungen allein zu einem befriedigenden Resultate führen kann, den Ammocoetes in erster Linie zur Untersuchung herbeizuziehen. Würde er dies gethan haben, so hätten seine Schlüsse da und dort den unsicheren

---

[1]) Diese Arbeit, deren Hauptresultate ich s. Z. im Zoologischen Anzeiger veröffentlicht habe, bringe ich hiermit zu einem vorläufigen Abschluss, da ich zur Beantwortung der am Schlusse derselben angeregten Fragen für die nächste Zeit keine Zeit zu erübrigen vermag.

Boden der Hypothese z. B. hinsichtlich der Deutung der Vagus- und Hypoglossus-Gruppe verlassen und wären entweder modificirt oder da und dort zu sicheren Behauptungen geworden.

Es liegt auf der Hand, dass wir im Larvenstadium des Petromyzon viel eher die ursprüngliche und daher einfachere Form des Wirbelthierleibes zu erblicken haben, als in dem geschlechtsreifen Thier, welches gerade hinsichtlich seines Schädelbaues tief greifende, mit seiner parasitischen Lebensweise im Zusammenhang stehende Veränderungen erfahren hat. So ist zum Beispiel der ganze, lange Platten-Apparat, welcher vom Nasenrohr bis zum Mundrand sich ausdehnt, sicherlich als secundär erworben aufzufassen und demnach in keiner Weise zum Vergleich mit irgend einem höheren Wirbelthierschädel herbeizuziehen. Dass damit auch die eigenthümlich gelagerte Nase mit ihrer dorsalwärts gerichteten Oeffnung in Verbindung zu bringen ist, scheint mir mehr als wahrscheinlich.

Bezüglich des letztgenannten Punktes — so wird man mir einwenden — verhält sich jedoch der Querder ganz gleich und es ist dies auch im Allgemeinen richtig, denn das Gesetz der Vererbung hat sich im Laufe der Entwicklung auch auf die Larvenform ausgedehnt, so dass sich gewisse Einrichtungen auch auf letztere übertragen haben und somit in beiden Entwicklungsstadien fixirt wurden.

Dass aber Ammocoetes hierin doch wieder die ursprünglicheren Verhältnisse bewahrt hat, beweist die von Calberla (Tageblatt der Münchner Natur-Forscher-Versammlung 1877) nachgewiesene paarige Anlage des Geruchsorgans.

Für diese einfachere und deshalb leichter zu beurtheilende Organisation des Querders spricht auch das Kopfskelet, das man geradezu als das Grundschema jedes Wirbelthierschädels auffassen kann. Dazu kommt das in seinem vorderen Drittel noch ganz häutige Wirbelrohr, an dem man keine andere als durch den Austritt der Spinalnerven angedeutete Segmentirung nachzuweisen im Stande ist; kurz, wir können füglich behaupten, dass, wenn man irgendwo die dem Wirbelthierleib zu Grunde liegenden, einfachsten Verhältnisse zu finden und sie als Schlüssel zur Beurtheilung aller übrigen Vertebraten benützen zu können hoffen darf, dies einzig und allein bei Ammocoetes zu erreichen ist.

Wie sehr dieser Satz speciell für das centrale Nervensystem mit den Kopfnerven gilt, hoffe ich später beweisen zu können und wende mich zunächst zur Beschreibung der Myomeren.

Diese — und das hat Schneider mit Recht betont — erstrecken sich am Kopf weit nach vorne bis zum Riechsack und der genannte Autor knüpft daran folgende Bemerkung, die sich auf Petromyzon bezieht und die ich wörtlich wiedergebe: „Die Seitenwände des Schädels verhalten sich ähnlich wie der Rückenmarkscanal, sie dienen zum Ansatz der Ligamente, entsprechen also, wie man gewöhnlich sagen würde, oberen Bogen. Ausser dem Vorderende setzen sich an den Schädel von Petromyzon drei Ligamente. Nehmen wir an, dass die oberen Bogen am Schädel wie in dem folgenden Theil der Wirbelsäule in den Ligamenten entstehen und betrachten wir den Knorpel am Vorderende ebenfalls als oberen Bogen, so setzen vier obere Bogen den Schädel von Petromyzon zusammen."

Welch' hohen Werth für die Beurtheilung des Kopfes, bei der Frage nach seiner segmentalen Anlage, die Berücksichtigung der Muskulatur besitzt, hat also Schneider wohl erkannt und auch durch Balfour (Development of Elasmobranch Fishes, 1878) ist an Selachier-Embryonen klar genug darauf hingewiesen worden. Dennoch ist jener Satz in der ihm von Schneider gegebenen Fassung nicht wohl dazu geeignet, bei der sogenannten Wirbeltheorie des Schädels für sich allein als beweisendes Argument in's Feld geführt zu werden; hat es doch bis jetzt noch Niemand gewagt, den prächordalen (evertebralen) Schädelabschnitt irgend eines Wirbelthieres — und gerade um jenen handelt es sich fast ausschliesslich bei Aufstellung jener vier Bogen — nur auf Grund einer in segmentaler Weise angeordneten Muskulatur in wirbelähnliche Theile zu zerlegen. Es wurde vielmehr seit den Gegenbaur'schen Arbeiten, die bezüglich dieses Themas als bahnbrechend bezeichnet werden müssen, als durchaus nothwendig erachtet, die Kopfnerven in ihrem Ursprung und ihrer peripheren Verbreitung, sowie das Verhältniss der Chorda zur Schädelbasis als allein maassgebend zu betrachten [1]). Von beidem aber ist bei jenen vier Kopfsegmenten nicht die Rede und erst bei Erwähnung des Vagus- und Hypoglossus-Austrittes liest man die Bemerkung, dass jene Stelle als aus „wenigstens fünf oberen Bogen" zusammengesetzt sein müsse.

Man muss um so mehr auf der Hut sein bei der Verwerthung eines einzigen Organsystems in obgenanntem Sinne, seit

---

[1]) Bei Selachier-Embryonen kommen noch die „Head-Cavities" hinzu (Balfour).

v. Jhering (Das periph. Nervensystem der Wirbelthiere als Grundlage für die Regionenbildung der Wirbelsäule) auf Grund der durch Balfour, Hensen und Marshall bekannt gewordenen Entwicklung der Spinalnerven als Auswüchse aus dem Rückenmark gezeigt hat, dass das Körpersegment der Wirbelthiere nicht ein „einheitliches Organ" darstellt, sondern „die Combination eines aus dem Ektoderm stammenden Neuromeres mit dem aus dem Mesoderm stammenden Sclero- und Myomer, die unabhängig von einander entstehen und nicht immer in gleicher Weise zusammentreffen."

Es wird sich also darum handeln, nachzuweisen, ob die Kopfnerven, als dem conservativsten Organsystem angehörend, bei den Cyclostomen mit der durch die Muskulatur manifestirten Metamerie parallel gehen, oder ob sie sich abweichend verhalten.

Ehe ich jedoch an die Beantwortung dieser Frage herantrete, muss ich noch erwähnen, zu welchen Resultaten ich hinsichtlich der Muskulatur von Ammocoetes, den ich auch hierfür, Petromyzon gegenüber, allein als maassgebend erachten kann, gelangt bin.

Um das ursprünglichste Verhalten zu eruiren, studirte ich zuerst die jüngsten Exemplare, die ich auftreiben konnte. Zieht man bei diesen, acht bis zehn Mm. langen Thierchen die Haut vorsichtig ab und färbt man die dadurch zum Vorschein kommende Muskulatur, so hebt sich zwischen derselben genau in der Mittellinie des Rückens ein langgestreckter, spindelförmiger Sack deutlich ab. Er endigt nach vorne mit einem kleinen Querwulst, an dessen Vordercircumferenz man die unpaare Nasenöffnung (Fig. 1. NO) erblickt. Nach hinten davon schwillt der Sack ganz allmälig an, um dann ziemlich rasch eine stielartige Verjüngung zu erfahren, die sich in Form eines schmalen bindegewebigen Septums auf dem Rücken des Thieres bis zum Schwanz erstreckt (H).

Jener „Querwulst" entspricht der Nase, während der „spindelförmige Sack" die äusserst dünne, absolut knorpel- und knochenlose Schädeldecke darstellt, durch die man bei passender Färbung und nachfolgender Aufhellung die einzelnen Hirntheile deutlich hindurchschimmern sieht. Letztere sind auch vorher schon, ohne dass jene Procedur nöthig wäre, an leichten, seitlichen Einschnürungen der bindegewebigen Hülle, in ihren Hauptumrissen wenigstens, zu erkennen. So entspricht die Stelle *a* auf Fig. 1 den Hemisphären und den damit verbundenen Riechlappen, *b* dem Zwischen- und Mittelhirn und endlich *c* dem Hinter- und Nachhirn.

Seitlich neben dieser häutigen, einem in der Längsaxe des Körpers verlaufenden Ligamentum intermusculare vergleichbaren Schädeldecke reihen sich nun, was Schneider (l. c.) von Petromyzon ganz richtig erwähnt, die centralen Abschnitte des Seitenrumpfmuskels resp. ihre Ligamente in regelmässiger Reihenfolge auf und zwar in der Zahl von acht bis neun, von vorne bis zu dem Punkt H Fig. 1 gerechnet. Letzterer entspricht etwa der hintersten Wurzel des Hypoglossus.

Die Richtung der Myomeren geht annähernd quer und nur die dorsalen Enden sind nach vorne und medianwärts gerichtet. Wie stark sich dies bei älteren Exemplaren ausgeprägt hat, lehrt ein Blick auf die Figur 2, auf welcher ich das Gehirn roth und die Ohrblasen blau eingezeichnet habe, um so auch hier das Verhältniss von beiden zur Muskulatur deutlich hervortreten zu lassen. Das regelmässige Verhältniss ist jedoch etwas gestört, indem linkerseits bei SM im sechsten Myomer ein Muskel eingeschaltet erscheint. Setzt man hier wieder die hinterste Hypoglossuswurzel bei H, so entfallen von dieser Stelle bis zum vordersten Myomer nur sieben Muskelsegmente. Zugleich sind sie über dem Gehirn in der Mittellinie fast vollkommen vereinigt und nur gegen den Nasensack divergiren sie etwas. Das Auge liegt hier, wie auch schon in den jüngsten Stadien in einem schmalen Schlitz des ersten Myomers, welches eine nach vorne offene Gabel erzeugt. Die untere Hälfte des späterhin durch das wachsende Auge bei Petromyzon sehr reducirten, gewissermaassen abgeknickten Muskels strahlt nach vorne in die Mundplatte aus und, wäre letztere mit einem Kiefer-Apparat zu homologisiren, so könnte man daran denken, die Kaumuskulatur aus dem Seitenrumpfmuskel direkt abzuleiten.

Somit können wir also resumirend sagen: in den jüngsten Stadien von Ammocoetes fallen 8—9 Myomeren, bei älteren Exemplaren nur 7 Myomeren vom Nasensack bis zur hintersten Hypoglossuswurzel. Auf den ganzen Kopf inclusive Kiemenkorb kommen 14 dorsale und 11 ventrale Myomeren; die Zahlen entsprechen sich also nicht und dies beruht auf der starken Entwicklung der 4—5 vordersten ventralen Myomeren, während man sich die 6 hinteren ventralen direkt in die entsprechenden 6 hinteren dorsalen fortgesetzt denken kann.

Ich werde nun zuerst das Gehirn von Ammocoetes und Petromyzon einer kurzen Betrachtung unterwerfen, darauf die Gehirnnerven in ihrem Ursprung und ihrem Austritt aus dem

Schädel resp. dem Spinalcanal besprechen und endlich die gewonnenen Resultate übersichtlich zusammenstellen, um sie mit denjenigen andrer Arbeiter auf diesem Gebiete zu vergleichen.

Während das Gehirn von Petromyzon fluviatilis und marinus durch zahlreiche Bearbeiter eine fast erschöpfende Darstellung erfahren hat, ist dasjenige des kleinen Neunauges stets viel stiefmütterlicher behandelt worden. Nur Langerhans (Untersuchungen über Petromyzon Planeri) hat es in morphologischer Beziehung etwas näher studirt, ohne jedoch, wie ich glaube, die unterscheidenden Merkmale gegenüber dem Flussneunauge genügend hervorzuheben. Diese bestehen nach meiner Erfahrung darin, dass sämmtliche Theile viel mehr in die Breite entwickelt und in der Längsaxe des Kopfes viel näher zusammengerückt sind. Dies prägt sich namentlich aus am Zwischenhirn (Fig. 5, 6 bei ZH) und dem Corpus bigeminum oder Mittelhirn (MH). Auch das Nachhirn und Hinterhirn (NH, HH) sind viel mehr in die Breite entwickelt und die Fossa rhomboidalis (Fr) nähert sich in ihrer Form fast einem von einem breiten Saum umrahmten, gleichseitigen Dreieck, auf dessen Grund der Sulcus centralis sichtbar wird. Bei Petromyzon fluviatilis öffnet sich nach den Abbildungen von Joh. Müller die Rautengrube mehr schlitzartig und nichts weist auf die Existenz jener saumartigen Einfassung hin. Sehr verschieden gestaltet sich auch beim kleinen Neunauge der Eingang zum dritten Ventrikel im Bereich des vorderen, dorsalen Umfanges des Mittelhirnes (E III). Er gleicht einem, von zarten Lippen eingerahmten, querliegenden Oval, in dessen Tiefe nach vorne zu eine breite Quer-Commissur (Commissura mollis?) erscheint. Im Gegensatz dazu bildet Joh. Müller bei Petromyzon fluv. einen vom Zwischenhirn ausgehenden und in das Corpus bigeminum spitzwinkelig einschneidenden Schlitz ab, der von dem von jenem Autor mit *c* bezeichneten, zwischen die beiden Hemisphären eingekeilten Markhügel, „oberer schnabelförmiger Fortsatz des unpaaren Lobus ventriculi tertii“ Joh. Müller's, weit entfernt ist. Bei Petromyzon Planeri berühren sich dagegen beide sehr enge und was die Zusammensetzung jener hügeligen Prominenz (P) betrifft, so unterscheide ich an ihr eine nach hinten sich mässig abrundende, nach vorne aber spitz auswachsende Papille. Von ihren beiden Seiten entspringen, ganz ähnlich wie beim grossen Flussneunauge zwei rundliche Arme (A), welche, mit dem unterliegenden Zwischenhirn enge verwachsend, spangenartig zwi-

schen die beiden Hemisphären nach vorne hineingreifen, um in der Mittellinie enge zusammenzustossen [1]). Zwischen diesen Gebilden einer- und der zuerst geschilderten Papille andrerseits bemerkt man einen Hohlraum, der die Form eines umgekehrten Herzens besitzt, ursprünglich aber gegen die Hirn-Oberfläche hin nicht geöffnet, sondern von einer zarten, transparenten Haut verschlossen ist. Dies geschieht in der Art, dass sich letztere, von der ganzen Circumferenz der Oeffnung entspringend kammartig gegen die Schädeldecke erhebt. Der so gebildete häutige Kegel ist von oben her durch eine weisse, kuchenartige Masse oder Scheibe abgeschlossen und in diesem in die Dura mater eingebetteten Gebilde erblicke ich die primitive Zirbeldrüse, während die unterliegenden Theile nur als Reste einer solchen aufzufassen sind. (Vergl. darüber auch meinen Aufsatz über Protopterus. Diese Zeitschrift Bd. XIV. N. F. VII.)

Es ist hier nicht der Ort, mich näher hierüber zu verbreiten und ich verweise deshalb auf meine Arbeit über die Gehirnnerven von Rana esculenta (in Ecker's Anatomie des Frosches), wo ich diesem Gehirntheil die vollste Aufmerksamkeit zugewendet habe. Nur dies will ich hier noch erwähnen, dass die ungeschwänzten Amphibien bezüglich dieses Punktes insofern ein viel ursprünglicheres Verhalten bewahrt haben, als bei ihnen, auch im erwachsenen Zustand noch Spuren der Zirbel als Ausdruck der von der Epidermis sich abschnürenden Markplatte nachzuweisen sind. (Vergl. auch Stieda's Arbeit über die „Stirndrüse“ des Frosches, Z. f. w. Z. XX, ferner Götte's Entw.-Gesch. der Unke, sowie Ehler's Aufsatz über die Zirbel der Plagiostomen, Z. f. w. Z. 1878.)

Ueber alle anderen Details am und im Gehirn der Petromyzonten vergl. Joh. Müller und Langerhans, deren ausgezeichneter Darstellung ich nichts beizufügen habe.

Wenn ich oben sagte, das Gehirn des kleinen Neunauges habe bisher eine etwas stiefmütterliche Behandlung erfahren, so gilt dies in noch weit höherem Grad von demjenigen des Querders, das meines Wissens bis jetzt nur einmal und zwar von Joh. Müller in sehr flüchtiger Weise berücksichtigt wurde. Der Grund davon ist wohl in der, der ausserordentlich kleinen Verhältnisse wegen, etwas schwierigeren Darstellung desselben zu suchen und dasselbe gilt auch für die Hirnnerven, welche von allen

[1]) Vielleicht sind diese Theile den Zirbelstielen der Säuger homolog.

Arbeitern auf diesem Gebiet entweder gar nicht berücksichtigt, oder ohne Weiteres mit denjenigen von Petromyzon in einen Topf zusammengeworfen wurden.

Vielleicht hat dieses die Autorität Joh. Müller's verschuldet, indem wir gleich beim Eingang zu seiner Beschreibung folgendem Passus begegnen: „Das Gehirn des Ammocoetes branchialis stimmt in den meisten Punkten mit dem der Petromyzon überein" etc.

Dass dem nicht so ist, lehrt der erste Blick auf Figur 3 und 6, oder 4 und 5 meines Aufsatzes. Ja die Differenz zwischen beiden ist so gross, dass ein unbefangener Beobachter die beiden Gehirne unbedingt als zwei gänzlich verschiedenen Genera angehörig beurtheilen würde. Dort (Petromyzon) die kurze gedrungene Form mit reicher Entfaltung aller der charakteristischen Gehirn-Regionen (Fig. 5, 6), hier (Querder) der langgestreckte, nur einem fortentwickelten Rückenmark vergleichbare Typus (Fig. 3, 4), an welchem, wie das namentlich auf Figur 4 deutlich hervortritt, das weit geschlitzte, verlängerte Mark den grössten und wichtigsten Abschnitt darstellt. Ihm gegenüber erscheinen die übrigen Theile, vor Allem das Mittelhirn, gleichsam nur als untergeordnetere, im Dienst des Riech- und Sehorgans kaum erst ordentlich differenzirte, also als secundär erworbene Gebilde.

Alles dies bekundet eine ausserordentlich tiefe Stufe der Entwicklung, wie sie uns bei keinem anderen Wirbelthier mehr entgegentritt. Nur der Amphioxus macht eine Ausnahme, indem hier sogar das Gehirn auf einem noch niedrigeren, „der embryonalen Form der höheren Wirbelthiere ähnlichen Zustand stehen bleibt" und zwar, „in Gestalt einer etwas erweiterten Fortsetzung des Rückenmarks, ohne weitere morphologische Umgestaltungen." (v. Mihalkovics, Entw.-Geschichte des Gehirns.)

Dieser Theil des Centralnervensystems von Amphioxus muss — darin stimme ich mit Mihalkovics vollkommen überein — als Homologon desjenigen Hirnabschnittes der höheren Wirbelthiere betrachtet werden, welcher über dem chordalen Theil der Schädelbasis liegt.

Wie bedeutend der homologe Hirnabschnitt bei Ammocoetes sich gestaltet, beweist die Figur 7, denn man erkennt, dass er sich zum praechordalen verhält wie 3 : 1.

Erwägt man nun, dass in diese auf demselben Substrat (Chorda) wie das Rückenmark sich aufbauende Region die Ursprünge fast sämmtlicher Hirnnerven fallen, so werden wir auch

erwarten dürfen, die letzteren im Sinn von Spinalnerven hier leichter analysiren zu können, als bei höheren Vertebraten, wo die Verhältnisse durch weitergehende Entwicklungs- und Wachsthumsverhältnisse modificirt und der ursprüngliche, wenn ich so sagen darf, medullare Typus des betreffenden Hirnabschnittes mehr oder weniger verwischt ist.

In wie weit diese Voraussetzung gerechtfertigt ist, wird aus dem Folgenden klar werden und ich will hier nur vorher noch darauf aufmerksam machen, wie die äusserlich schon sich manifestirende niedrige Stufe des Querder-Gehirns auch im Einklang steht mit dem Verhalten der Ventrikel. Diese stellen (Fig. 7) auf dem Sagittalschnitt ein aus dem Canalis centralis medullae sich entwickelndes System von Höhlen dar, welche unter sich in weitester Communication stehen und kaum ordentlich von einander abgesetzt sind.

Man kann drei Hauptabtheilungen unterscheiden, zwischen welchen sich zwei schwache Einschnürungen befinden.

Die hintere (Fig. 7. HH) entspricht dem Hinterhirn, die vordere (Ep) wird oben von der Zirbelgegend, unten von der hinteren Circumferenz des Infundibulums resp. des Tuber cinereum gebildet (Inf). Die nach vorne von letzterer gelegene Hirnhöhle (a) entspricht dem Seiten- und dritten Ventrikel der höheren Wirbelthiere; durch eine kleine Oeffnung (Fig. 7, *) steht sie mit der Höhle des Riechlappens in Communication. Zwischen der vorderen und hinteren Einschnürung liegt der dorsalwärts weit ausgebauchte, dem Aquaeductus Sylvii entsprechende Ventrikel des Mittelhirns (b) und hinter diesem der bei Ammocoetes durch eine zarte Marklamelle (ML) noch verschlossene Ventriculus quartus (c). Auf ihm lagert ein auch bei Petromyzon von Anderen schon bemerkter, sonderbarer Körper (O), welcher von Carus und Joh. Müller für einen Plexus chorioideus, von Rathke für ein Cerebellum gehalten wurde, während sich Langerhans (l. c.) nicht genauer darüber äussert und ihn einfach als „Modification des ganzen, das Cerebrum umgebenden Gewebes" bezeichnet. Ich selbst habe darüber keine genaueren Studien angestellt, doch will ich ausdrücklich betonen, dass die räthselhafte Bildung auch bei ungeschwänzten Amphibien (vergl. z. B. Götte, Entwickl.-Geschichte der Unke) wiederkehrt.

Entsprechend der weiten Ausdehnung der Ventrikel im Quergehirn, sind die Wände desselben, namentlich die Decke und der Boden noch sehr dünn, was etwa dem Stadium der Gehirn-

entwicklung eines 10 Mm. langen Kaninchen-Embryos oder dem eines $4^1/_2$ Tage bebrüteten Hühnchens entsprechen würde.

Ich habe mich, nachdem ich mit der bekannten 20 % Salpetersäure-Lösung nur schlechte Resultate erreicht hatte, lange vergeblich bemüht, die ausserordentlich zarten Nerven von Ammocoetes, zumal in jungen Stadien, auf präparatorischem Weg zu klarer Darstellung zu bringen. Von der Dorsalseite aus das Gehirn bloszulegen, erschien mir anfangs der einfachen Manipulation wegen als das Passendste und es ist auch, falls es sich um jenes allein handelt, diese Methode die empfehlenswertheste.

Will man jedoch die Ursprünge der Gehirnnerven studiren, so ist es rathsam, einen etwas complicirteren Weg einzuschlagen und von der Ventralseite aus in das Schädelinnere vorzudringen.

Um nun andere Untersucher vor den anfangs fast unvermeidlichen Misserfolgen zu bewahren, gebe ich hier eine ausführliche Schilderung der Präparations-Methode, die mich allein sicher zum Ziele geführt hat.

Man trennt den Kopf in der ganzen Ausdehnung des Kiemenkorbes vom Rumpf und zerlegt jenen durch einen Horizontalschnitt in eine dorsale und ventrale Hälfte. Letztere wird als unbrauchbar ganz bei Seite gelegt, während man die andere so weit von den Resten des Kiemenapparates befreit, bis die Chorda dorsalis als glänzend weisses Band deutlich zum Vorschein kommt. Es gelingt nun leicht, die Rückensaite so aus ihrer Scheide herauszuheben, dass letztere in ihrer dorsalen Circumferenz (unterhalb des Rückenmarkes) unversehrt erhalten bleibt. Weiter nach vorne zu im Bereich der Hörblasen tritt die Chorda unter allmäliger Verjüngung zwischen die Schädelbalken und reisst deshalb bei der obgenannten Procedur leicht ab. Man muss daher mit einer feinen Scheere nachhelfen und am besten schneidet man gleich so tief, dass der Durasack mit eröffnet wird. Dies ist nur in sehr geringer Ausdehnung nöthig, da auch die kleinste Oeffnung genügt, um jetzt die Spitze eines scharfen Messers in dieselbe einzuführen. Ist dies geschehen, so bohrt man die Branchen einer feinen Pincette in die beiden Hörkapseln, wodurch diese der Elasticität der Pincette folgend auseinandergetrieben und die zwischen ihnen liegenden Membranen, d. h. Chordascheide und Dura mater angespannt werden. Dies ist nöthig, um sie mit der Spitze des Messers ohne Verletzung des darüberliegenden Markes sicher durchtrennen zu können, und ist man einmal so weit gediehen, so ist das Schwierigste gethan.

Nun hüte man sich wohl, das Gehirn resp. Mark irgendwie unsanft zu berühren oder dasselbe gar herausheben und isoliren zu wollen; es würden dabei sämmtliche Nerven an ihrem Austritt abreissen und alle Mühe, über ihre topographischen Beziehungen ins Klare zu kommen, wäre vergeblich. Man beschränke sich daher vorläufig auf folgende Operation.

Die Schnittränder der Chordascheide und der Dura werden mit der Pincette gefasst und vorsichtig auseinander gezogen. Hat man auf diese Weise den Raum zwischen Mark und Markkanal eröffnet, so erblickt man auf dem dunkeln Hintergrund die strickleiterartig angeordneten Spinal-Nerven resp. weiter nach vorne im Bereich der Medulla oblongata die spinalartigen Hirnnerven. Dieselben sind, wie ich oben schon erwähnt habe, von ausserordentlicher Zartheit, so dass man sie selbst bei der stärksten Loupen-Vergrösserung nur sehr schwer in allen ihren Details zur Anschauung zu bringen vermag. Ganz unmöglich wird dies für eine grosse Anzahl derselben in dem Moment, wo man die Chordascheide und die Dura zu weit lateralwärts zieht und so zu viel Licht in den Rückenmarkscanal und die Schädelhöhle einfallen lässt; damit verschwindet der dunkle Hintergrund und sie heben sich gar nicht mehr oder doch nur sehr undeutlich von ihrer Umgebung ab und reissen wohl auch durch.

Beobachtet man nun aber in obgenanntem Sinn die nöthige Vorsicht, so lässt sich eine durchaus klare Vorstellung über ihren Ursprung aus der Medulla und dem Gehirn, sowie über ihren Austritt aus dem Rückenmarkskanal gewinnen. Was letzteren anbelangt, so lässt er sich durch folgende Procedur auf's Genaueste controliren. Man durchschneidet sämmtliche Nerven kurz vor ihrem Austritt in der Art, dass sie noch in Form von kurzen Stummeln an der Canalwand haften bleiben. Hierauf wird das Gehirn ganz entfernt und die Schädelkapsel auf eine Stunde in Pikrocarmin und dann noch auf ein Paar Sekunden in eine concentrirte Indulin-Lösung eingelegt. Ist dies geschehen, so heben sich die austretenden Nerven tief blau gefärbt von der lebhaft gelbrothen Umgebung ab und auch das feinste Fädchen macht hievon keine Ausnahme. Es lässt sich so leicht eruiren, durch wie viele Oeffnungen die Nerven austreten oder auch, wie viele sich in einem und demselben Loch zu stärkeren Bündeln vereinigen.

Doch ich wende mich nun zu dem eigentlichen Resultat meiner Untersuchungen und beginne mit den spinalartigen Hirnnerven von Ammocoetes.

Betrachtet man in obgenannter Weise die ventrale Fläche des Rückenmarkes, so wird man gewahr, wie die unteren (vorderen) und oberen (hinteren) Spinalnerven, wie bei Petromyzon (Fig. 5, u, o) in der bekannten alternirenden Weise die Medulla verlassen (Fig. 4, u, o). Die ventralen Wurzeln sind ungleich stärker als die dorsalen, sie entspringen nahe der Mittellinie mit einer wechselnden Zahl von Fasern, die sich bei manchen Exemplaren sogar auf beiden Seiten ungleich verhalten. So können z. B. rechterseits vier und linkerseits nur zwei existiren, oder kommen auch da und dort drei oder nur zwei vor. Dabei ist es die Regel, dass die weiter nach hinten liegenden immer die stärkeren, gewissermaassen die Hauptfasern sind. Die dorsalen Spinalnerven sind ausserordentlich fein und deshalb nur sehr schwer und zwar nur unter Anwendung der oben bekannt gegebenen Cautelen zu sehen.

Sie verlassen den häutigen Rückenmarkscanal von Ammocoetes, an welchem bekanntlich noch keine „oberen Bogen" zur Entwicklung kommen, wie die unteren Nerven, durch besondere Oeffnungen. Diese sind entsprechend dem Nervenaustritt mehr nach oben gerückt, und zwar so, dass sie, durch eine ideale Linie verbunden, in demselben Niveau regelmässig hintereinanderliegen, ganz wie die mehr ventralwärts auftretenden Löcher für die motorischen Zweige. Eine Verbindung beider innerhalb des Rückenmarkscanales habe ich nirgends wahrgenommen.

Studirt man die Spinalnerven im vorderen Abschnitt des Rückenmarkes genauer, so sieht man, dass sie bis gegen den Beginn der Medulla oblongata hin keine wesentlichen Schwankungen in ihren gegenseitigen Abständen und Grösseverhältnissen darbieten. Dies wechselt jedoch, so wie wir im Bereich des verlängerten Markes angekommen sind. Hier begegnen wir nämlich einer aus acht Nerven bestehenden Gruppe, deren einzelne Bündel vier sehr starke ventrale und ebenso viele schwächere dorsale Wurzeln repräsentiren und somit ganz im Sinne der Spinalnerven angelegt sind (Fig. 4, o^1, u^1, o^1 u^1 u. s. w.). Jeder Ast verlässt auch in vollständiger Uebereinstimmung mit den letzteren den Spinalcanal durch eine besondere Oeffnung und alle diese Nerven zeigen überhaupt, abgesehen von der stärkeren Ausprägung ihrer ventralen Wurzeln, nur darin eine schwache Abweichung, dass sie in kürzeren Abständen von der Medulla entspringen, als die übrigen Spinalnerven.

Diese Nervengruppe entspricht, wie später bei der Beschrei-

bung von Petromyzon klar werden wird, dem Hypoglossus und vielleicht auch einem Theil des Accessorius der übrigen Wirbelthiere.

Gehen wir nun auf der Ventralseite der schon bedeutend an Umfang gewinnenden Medulla oblongata weiter nach vorne, so schauen wir uns hier vergeblich nach Nerven um, die im Sinne der unteren Spinalwurzeln entspringen, dagegen taucht eine förmliche Strickleiter von sieben Nervenfasern seitlich am verlängerten Mark auf. Diese liegen durch einen deutlich sichtbaren Zwischenraum von der Hypoglossus-Gruppe getrennt, zum grössten Theil in dem Winkel, den die mediale Circumferenz der Hörkapsel mit dem Seitenrand der Medulla oblongata erzeugt (Fig. 4, o^2, u^2 u. s. w.).

Je weiter nach vorne, desto stärker werden die Stränge und jeder von ihnen verlässt durch eine besondere Oeffnung den Spinalcanal, resp. die ohne Grenze in diesen übergehende Schädelhöhle. Am meisten dorsalwärts gerückt erscheint der vorderste und zugleich mächtigste Nerv, in dem wir daher schon aus rein topographischen Gründen sensible Bahnen vermuthen dürfen, eine Annahme, die noch bedeutend an Wahrscheinlichkeit gewinnt, wenn wir den Versuch machen, die gesammte grosse Nervengruppe im Sinn der Spinalnerven in ihre Elemente aufzulösen.

Wir haben zu dem Ende wieder von der Hypoglossus-Gruppe auszugehen und constatiren zunächst, dass der erste, auf die vorderste (motorische) Hypoglossus-Wurzel folgende Nerv seiner Lage und seinem Ursprung nach vollkommen mit einem dorsalen, also mit einem sensiblen Spinalnerven übereinstimmt.

Dies zugegeben, liegt der Gedanke nahe, im nächstvorderen Strang eine vordere (motorische) Wurzel, in dem darauf folgenden wieder eine sensible u. s. w. zu erblicken. Was allein gegen eine derartige Auffassung vorzubringen ist, ist der scheinbar abweichende Ursprung der motorischen Wurzeln, ein Umstand, der aber kaum ernstliches Bedenken erregen kann, wenn wir die schon aus der Langerhans'schen Arbeit hervorgehende Modification der centralen Elemente in Betracht ziehen und andrerseits folgende zwei Punkte im Auge behalten.

Einmal tritt jeder Strang[1]) für sich durch ein besonderes Loch und dann liegen diese Löcher in ganz derselben Weise alter-

[1]) Die einzelnen Stränge entspringen genau wie die eigentlichen Spinalnerven zwei- oder mehrwurzelig, was ich auf der Abbildung jedoch nicht angegeben habe.

nirend wie die Austrittsstellen der Spinalnerven, so dass eine durch diese gezogene Linie auch jene trifft. Vergl. Fig. 4, uo, u^1o^1, u^2o^2.

Ich kann, nachdem ich dies einmal sicher erkannt habe, nur annehmen, dass Schneider (l. c.), nach welchem bei Ammocoetes schon dieselben Nervenlöcher vorhanden sein sollen, wie bei Petromyzon, nur ganz alte Exemplare untersucht hat. Bei diesen sind nämlich die ursprünglichen Verhältnisse schon verwischt und nähern sich allerdings denjenigen von Petromyzon. Doch ich komme später noch einmal darauf zurück, nachdem wir zuvor die Frage beantwortet haben: wie gestaltet sich die Nervengruppirung bei Petromyzon, bleibt sie dieselbe, wie Schneider behauptet, oder gehen dabei Veränderungen vor?

Wir werden sehen, dass letzteres in ausgedehnter Weise der Fall ist und zwar einerseits in Folge der Entwicklungsvorgänge, welche am ganzen Gehirn Platz greifen (vergl. Fig. 3 und 6, 4 und 5), andrerseits im Anschluss an die sich vergrössernde Ohrblase und der neu entstehenden oberen Bogen. Alles dieses zusammen bewirkt eine Art von Contraction nicht nur der bei Ammocoetes noch ausserordentlich langen Medulla oblongata (Fig. 3 bei NH), sondern auch aller davon entspringenden Nervenstränge.

Während wir bei allen Spinalnerven bis gegen die Hypoglossusgruppe hin keine Veränderungen zu constatiren vermögen, treten solche bei letzterer in folgender Weise auf.

Die am weitesten nach hinten gelegene (dorsale) Wurzel tritt constant zwischen dem ersten und zweiten Bogen (Fig. 5, o^1 zwischen Bg^1, Bg^2) aus; während die beiden nächstfolgenden motorischen Stränge entweder nur ein grosses oder zwei kleinere Löcher im ersten oberen Bogen, (wie letzteres auch Schneider (l. c.) ganz richtig angiebt), durchsetzen (Fig. 5, u^1u^1 in Bg^1). Der hintere ist meist etwas stärker als sein vorderer Nachbar und beide entspringen zweiwurzelig, wobei jede Wurzel mit der andern erst in der Durchtrittsöffnung zur Vereinigung kommt. Wahrscheinlich entsprechen die beiden, den ersten oberen Bogen durchsetzenden Nervenfasern einer einzigen durch secundäres Wachsthum stark vergrösserten motorischen Wurzel. Ich schliesse dies daraus, weil nach vorne davon noch drei untere Hypoglossus-Wurzeln übrig bleiben. Diese treten bei Petromyzon entweder ebenfalls noch getrennt, d. h. durch drei besondere Löcher aus, oder vereinigen sich die zwei hinteren zu einem starken pinselförmigen Geflecht Fig. 5x, das die zwischen der Vordercircumferenz des ersten Bogens (Bg^1) und dem hinteren Umfang der

Ohrkapsel ausgespannte Membran durch eine gemeinsame, grosse Oeffnung verlässt, ganz wie dies auch von Seiten des nächstfolgenden, vordersten Stranges (x^1) der Fall ist.

Dieselbe Membran durchbricht auch — durch ein einziges Loch passirend — die bei Petromyzon aus sechs Fasern bestehende und zu einem einzigen starken Plexus vereinigte Vagusgruppe.

Man sieht, es lassen sich die Nerven von Petromyzon im Grossen und Ganzen auf diejenigen von Ammocoetes zurückführen, wenn auch Niemand verkennen wird, welch bedeutende Modificationen dieselben, zumal in topographischer Beziehung, erlitten haben. Ueber einen Punkt bin ich dabei nicht in's Reine gekommen; ich vermag nämlich trotz aller darauf verwandten Mühe nicht anzugeben, welchem Schicksal die drei vorderen dorsalen Wurzeln der Hypoglossus- und die erste dorsale der Vagusgruppe bei Petromyzon unterworfen sind. Ich konnte sie nämlich bei keinem einzigen Exemplar wieder auffinden und muss daher diese Frage offen lassen.

Mit Schneider kann ich mich nicht einverstanden erklären, wenn er den durch das hintere Loch des ersten Bogens passirenden Nerven für eine sensible Wurzel erklärt, er entspricht vielmehr nach seinem Ursprung durchaus einem motorischen Zweig wie ich dies oben auch dargestellt habe.

Dass die unteren (vorderen) und oberen (hinteren) Wurzeln nicht in einer und derselben Queraxe das Rückenmark verlassen, sondern ein alternirendes Verhalten zeigen, ist durch die Arbeiten von Freud (Sitz.-Bericht der Wiener Acad. Bd. 75) und Götte (Zool. Anzeiger I. Jahrg. Nr. 1) erwiesen. So macht der erstgenannte Autor darauf aufmerksam, dass sich hintere und vordere Wurzeln in frontaler Richtung nicht decken, sondern in der Art alterniren, dass sie „beim Durchtritt durch die Dura mater um eine Strecke gegen einander verschoben sind."

Durch Götte erfährt man weiter, dass die sensible Wurzel ausserhalb der Dura mater ein grosszelliges Ganglion durchsetze und sich mit der nächsthinteren [soll, was v. Jhering (Das periph. Nervensystem der Wirbelthiere u. s. w.) mit Recht corrigirt hat, heissen: nächstvorderen] motorischen Wurzel an der Seite der Chorda vereinige. Götte macht auch auf den mehrwurzeligen Ursprung der Spinalnerven aufmerksam und zieht die anfangs einfachen, später aber ganz gleich sich verhaltenden, motorischen Nervenwurzeln der Haie zum Vergleiche heran, indem er mit Recht hervorhebt, dass eine solche Spaltung der Spinalnerven-

wurzeln auf eine Verschmelzung ursprünglich getrennter Wurzeln nicht zu beziehen sei.

Ueber die Wurzeln des Vagus und die Art seines Durchtritts treffen wir bei Schneider (l. c.) folgenden Passus: „Der Vagus tritt bei Ammocoetes und Petromyzon hinter der Ohrkapsel aus der Rückenmarksscheide heraus ..... er besitzt etwa vier dorsale sensible, hinter einander (im Sinne der vergl. Anatomie) gelegene Wurzeln, welche durch zwei Oeffnungen den Rückenmarkscanal verlassen. Ich verweise dafür auf die schönen Abbildungen von Schlemm und d'Alton. Hinter demselben tritt eine schwächere ventrale motorische Wurzel aus, welche Schlemm und d'Alton als Hypoglossus bezeichnen. Die beiden Nerven verhalten sich wie die motorische und sensible Wurzel eines Spinalnerven."

Man sieht, dass ich auch hierin wieder zu andern Resultaten gelangt bin, und ich möchte deshalb beinahe vermuthen, dass sich Schneider allzusehr auf die Angaben von Schlemm und d'Alton (Müller's Archiv 1838 und 1840) verlassen und hierüber zu wenig eigene Untersuchungen angestellt hat. Etwas Anderes wäre es, wenn Petromyzon marinus und fluviatilis, welche die genannten Forscher allein untersuchten, von Petromyzon Planeri bezüglich dieses Punktes Abweichungen zeigen würden. Wenn ich mich auch nicht sehr zu dieser Annahme hinneige, so däucht mir dies doch nicht ganz unmöglich in Anbetracht der von Schlemm und d'Alton gelieferten deutlichen, mit sehr bestimmten Contouren gezeichneten Abbildungen, aus welchen Folgendes zu ersehen ist. Der Vagus hat Anfangs „deutlich zwei Wurzeln, eine vordere und eine hintere. Beide gehen an dem Gehirn eine kleine Strecke weit rückwärts und treten dann hinter der Gehörkapsel durch eine Oeffnung aus dem Schädel, sind aber noch im Durchtreten durch eine Haut von einander getrennt." Ueber die periphere Ausbreitung lauten die Angaben nicht minder bestimmt und ich habe denselben für das kleine Neunauge nichts Wesentliches beizufügen. Nur die Thatsache möchte ich nicht versäumen, hervorzuheben, dass aus der Verbindung der beiden unteren Aeste der Vaguswurzeln der gemeinsame Stamm für die gesammten Branchial- und Magennerven hervorgeht, wobei jeder Branchialsack seinen Nerven bekommt. Wer die Arbeit Gegenbaur's (l. c.) damit vergleicht, wird die Aehnlichkeit mit der betreffenden, zum Kiemenbogen-Apparat in Beziehung stehenden, Nervengruppe der Selachier nicht verkennen.

Was Schlemm und d'Alton einen dreiwurzeligen Hypoglossus nennen, kann, nach der Abbildung zu schliessen, nur einem einzigen, an seinem Ursprung pinselartig zerfaserten, motorischen Nerven von Petromyzon Planeri entsprechen.

Es scheint mir nicht sehr plausibel, dass sich beim grossen Neunauge dieser Nerv nur aus einem einzigen Nerven entwickeln soll, während beim kleinen mindestens vier solche in ihm enthalten sind.

Weiterhin erfährt man von den Obgenannten, dass der Hypoglossus durch eine eigene Oeffnung hinter dem Vagus aus der Schädelhöhle trete, um sich hierauf in zwei Portionen zu theilen, von denen die obere sich mit dem Seitennerven verbindet, die untere mit dem N. glossopharyngeus[1]) sich vereinigt.

P. Fürbringer (Jen. Zeitschr. Bd. IX, 1), dem wir eine ausgezeichnete Beschreibung der Muskulatur und des Nervensystems der Cyclostomen verdanken, hat gerade die Vagus- und Hypoglossusgruppe nicht in den Kreis seiner Untersuchungen gezogen, so dass ich über seine Auffassung Nichts mitzutheilen im Stande bin. Was nun endlich die übrigen Hirnnerven anbelangt, so habe ich dieselben nur bei Petromyzon näher studirt und kann den Resultaten der früheren, sehr zahlreichen Forscher (Joh. Müller, Schlemm und d'Alton, Paul Fürbringer, Langerhans, Schneider) auf diesem Gebiet nur weniges Neue beifügen. Letzteres bezieht sich in erster Linie auf den Acusticus und Facialis, an welcher Gruppe ich zwei, mehr nach vorne liegende, ventrale und eine stärkere, mehr nach hinten gerückte, dorsale Wurzel unterscheide (Fig. 5, VII, VII[1], VIII). Alle drei zusammen treten in die Hörblase und zwar finde ich bei manchen Exemplaren, dass die zwei ventralen Nerven durch ein besonderes, von dem benachbarten durch eine zarte Membran geschiedenes Loch passiren. Das Schicksal des einen Astes ist mir nicht klar geworden, der andere ist der Hörnerv. Der Facialis scheint, wie ich mit P. Fürbringer annehmen muss, rein sensibel zu sein; er durchbricht die Hörblase schräg nach unten und vorn und schickt dort hervorkommend einen rückläufigen Zweig zum R. lateralis des Vagus, mit dem er anastomosirt. Dies Verhalten erinnert ganz an die Anuren, wie ich es in der „Anatomie des Frosches“ von Rana esculenta genau geschildert habe.

---

[1]) Schlemm und d'Alton betrachten mit Recht den Glossopharyngeus als in der Vagusgruppe mit eingeschlossen.

P. Fürbringer erklärt, dass er auf Grund seiner Untersuchungen, ganz wie dies Gegenbaur früher schon ausgesprochen habe, den Facialis als dem hinteren Abschnitt der Trigeminusgruppe zugehörig betrachte, „derart, dass für den Facialis ein gesonderter Bogen des Visceralskeletes als ursprüngliches Verbreitungsgebiet nicht nachgewiesen werden kann.“ Was bei andern Wirbelthieren vom Facialis (in motorischer Beziehung) geleistet wird, geschieht hier von Seiten der Trigeminusgruppe, während andrerseits hier der Facialis sensible Bahnen verfolgt, die sonst in das Trigeminusgebiet fallen.“

Der Lage nach erinnert der accessorische Acusticus an den von Joh. Müller (l. c.) auf Taf. III, Fig. 3 u. 4 mit VI bezeichneten Abducens von Petromyzon fluviatilis. Dieser Nerv liegt jedoch bei dem kleinen Neunauge weiter nach vorne, dicht neben der unteren, motorischen Wurzel des Trigeminus und manifestirt dadurch seine Zugehörigkeit zu dieser Gruppe, wie sie Schwalbe (l. c.) und vor ihm schon Gegenbaur behauptet haben (Fig. 5, 6 bei VI).

Am Quintus unterscheidet man eine schwächere ventrale (motorische) und eine viel stärkere, dorsale (sensible) Wurzel (Fig. 6, Vm, Vs). Darin stimmen alle bisherigen Untersucher überein und ich selbst habe Nichts hinzuzufügen.

Eine Schilderung des peripheren Verlaufes dieses sowie der übrigen Hirnnerven kann ich mir, da hierin schon von Andern alles Mögliche geleistet ist, füglich ersparen. Nicht unerwähnt will ich jedoch lassen, dass der Trigeminus + Abducens den Schädel durch drei schräg übereinander liegende Oeffnungen verlässt, welche durch bindegewebige Septa von einander getrennt sind. Was den Oculomotorius (Fig. 5, III) anbelangt, so entspringt er einwärts und etwas vorwärts von der Abducens-Trigeminusgruppe an der Unterfläche des verlängerten Markes, genau da, wo letzteres in die Pedunculi cerebri auszustrahlen im Begriffe steht.

Die von Schwalbe (l. c.) neulich angeregte, interessante Frage, bezüglich einer dorsalen Oculomotorius-Wurzel hat keine Aussicht, von Seiten des Petromyzonten-Gehirnes eine Beantwortung zu erfahren, da wenigstens beim kleinen Neunauge keine Spur einer solchen nachweisbar ist. Seine periphere Ausbreitung habe ich nicht verfolgt.

Der vierte Hirnnerv, der Trochlearis (Fig. 6, IV), entspringt, wie dies schon Joh. Müller ganz richtig angibt und abbildet, seitlich und hinten vom Mittelhirn, umgreift die Pedunculi cerebri

und verlässt dann, wie es scheint, den Schädel durch dasselbe Loch, durch welches auch der Oculomotorius passirt. Nach Fürbringer (l. c.) würde er zugleich mit dem Trigeminus und Abducens austreten, ich konnte mich jedoch hiervon nicht überzeugen.

Ob der Trochlaris „als eine abgelöste dorsale Wurzelportion des Trigeminus" oder als ein frei gewordener Theil der dorsalen Wurzel („Ciliarganglionstrang") des Oculomotorius (Schwalbe l. c.) aufzufassen ist, lässt sich bei Petromyzon nicht mit Sicherheit entscheiden. Erwägt man jedoch die nahen Beziehungen zum Oculomotorius hinsichtlich seines Verlaufes, so dürfte man sich eher der letztgenannten Auffassung anschliessen." Ein genaues Studium der peripheren Ausbreitung würde vielleicht ein sichereres Urtheil erlauben.

Dass in dem vierten Hirnnerven, wie Schwalbe annimmt, sensible Elemente stecken, beweist schon die Art seines Ursprunges als dorsale Wurzel. Aber abgesehen davon konnte Schwalbe bei Selachiern einen zum Endocranium gehenden, unzweifelhaft sensiblen Ast dieses Nerven nachweisen.

Nach meinen eigenen Erfahrungen erzeugt der Trochlearis auch bei Amphibien, z. B. bei Rana esculenta, sensible Zweige an seiner Peripherie, welche zur Conjunctiva und zur Haut des oberen Augenlides gehen. Sie bilden nach Art und Stärke sehr variable Geflechte mit dem Ramus ophthalmicus des Trigeminus, doch können auch die Beziehungen zu letzterem gänzlich fehlen.

Was endlich den Opticus und Olfactorius anbelangt, so kann ich bezüglich des ersteren die Angaben Rathke's und Langerhans' über die Existenz eines vollkommenen Chiasmas bestätigen (Fig. 5 bei Ch). Als Rückwärtsverlängerung desselben erscheinen zwei das Zwischenhirn spangenartig umgreifende, nach hinten und oben zum Mittelhirn emporlaufende, bandartige Faserzüge, die wohl mit nichts Anderem verglichen werden können, als mit dem Tractus nervorum opticorum der höheren Wirbelthiere. Sie treten ihrer ausserordentlichen Zartheit wegen erst durch Anwendung von Tinctionsmitteln hervor, und darin liegt wohl auch der Grund, dass sie von früheren Untersuchern, mit Ausnahme von Langerhans, der ihn auf Sagittalschnitten erkannte, übersehen worden sind.

Der Olfactorius (Fig. 3—6, I) entwickelt sich vorne und zugleich basalwärts an den stark ausgeprägten Riechlappen (Lol). Es ist mir nicht gelungen, an ihm eine ventrale und dorsale Portion zu entdecken, wie ich sie neulich von den Gymnophionen

(Anatomie der Gymnophionen) beschrieben und abgebildet habe und wie sie auch bei Amphibien (Götte: Entw.-Gesch. der Unke) vorkommt, nur dass hier beide Stränge jederseits zu einem einzigen verschmelzen.

Ich fasse nun die Resultate meiner Untersuchungen in Folgendem kurz zusammen.

Das Gehirn der Wirbelthiere ist als keine Bildung sui generis, sondern als fortentwickeltes, durch äussere Einflüsse transformirtes Rückenmark aufzufassen. Der Beweis hiefür liegt nicht allein in der Entwicklungsgeschichte der Vertebraten überhaupt, sondern auch in der Stammesentwicklung des Organs.

Den ursprünglichsten Typus repräsentirt der Amphioxus, dessen Hirn nur dem Hinterhirn und Nachhirn der übrigen Wirbelthiere entspricht. Die Grundlagen für die höheren Sinnesorgane sind noch nicht vorhanden.

Die im Vergleich zum Amphioxus schon ziemlich complicirte, im Sinn aller höheren Vertebraten angelegte Organisation des Querder-Gehirnes zwingt uns anzunehmen, dass eine lange Reihe von Zwischenformen bestanden haben muss, welche den allmäligen Uebergang zwischen beiden Thieren vermittelten. Gleichwohl aber ist die Entwicklungsstufe des Ammocoetes-Gehirns eine noch so niedrige, gewissermaassen embryonale, dass wir erwarten dürfen, an der Hand derselben eine sicherere Lösung principieller Fragen zu gewinnen, als dies bei höheren Formen der Fall ist. Bei letzteren praevaliren diejenigen Gehirntheile, welche als Centren des Intellectes und der höheren Sinnesorgane unbedingt als secundär erworben aufzufassen und deshalb auf die ursprünglichen Verhältnisse nur schwer oder gar nicht reducirbar sind.

Der medullare Character ist mit einem Wort verwischt und es sind, wenn ich mich eines geologischen Ausdrucks bedienen darf, Verwerfungen eingetreten, welche sich im Gehirn des Ammocoetes theils noch gar nicht, theils nur schwach documentiren.

So stellt z. B. die Medulla oblongata weitaus den grössten Abschnitt dar, ja sie praevalirt so stark, dass sie sich bei ganz jungen Exemplaren zu der Summe aller übrigen Hirnregionen verhält wie 2 : 1 oder gar wie 3 : 1. Dem entsprechend traten also diejenigen Abschnitte, welche bei höheren Vertebraten

in ihrer späteren Entwicklung eine Hauptrolle spielen, wie z. B. die Hemisphären, das Zwischen- und Mittelhirn noch sehr in den Hintergrund.

Ein weiterer Beweis für den primitiven Character liegt in dem Umstand, dass die Spinalnerven ganz wie bei Amphioxus und Hai-Embryonen in alternirender Weise von der Medulla entspringen und ebenso die skeletogene Membran durchbohren. Damit stimmt auch, wenn man die von Langerhans an Petromyzon Planeri gewonnenen Resultate auf Ammocoetes übertragen darf, der histologische Bau; ja wir haben allen Grund anzunehmen, dass er sich am Querder-Gehirn als noch einfacher herausstellen wird, wofür schon ein Vergleich der makroskopischen Verhältnisse beider Entwicklungsformen und namentlich das Verhalten der spinalartigen Hirnnerven deutlich genug spricht.

Der Hypoglossus lässt sich auflösen in vier dorsale und ebenso viel ventrale, der Vagus + Glossopharyngeus in vier dorsale und drei ventrale Wurzeln. Fasst man den Facialis + Acusticus, den Trigeminus + Abducens, sowie endlich den Oculomotorius + Trochlearis als je einen Nerven (Balfour, Schwalbe) mit dorsaler und ventraler Wurzel auf, so kann man sagen, dass auf den Kopf des Ammocoetes elf Neuromeren in spinalem Sinn entfallen.

Diese Zahl übertrifft diejenige der Selachier, welche Balfour in maximo auf acht, Gegenbaur auf mindestens neun berechnet, um drei resp. um zwei. Dies darf uns im Hinblick auf die ungleich niedrigere Stellung des Ammocoetes im System nicht befremden, zumal da Amphioxus auf eine ursprünglich noch viel grössere Anzahl von Kopfsegmenten hinweist und auch nach Balfour's Beobachtungen der Vagus bei Scyllium u. A. mit mehr als zwölf wohl differenzirten Wurzeln entspringt, die sich erst secundär zu vier Strängen vereinigen.

In schroffem Gegensatz dazu steht die Götte'sche Ansicht, wornach der Vagus nur einem einzigen Nerven entsprechen soll.

Dem Mitgetheilten zu Folge ist der Hypoglossus nicht mehr im Sinn einer motorischen Vaguswurzel, sondern als ein für sich bestehender, aus ventralen und dorsalen[1]) Elementen sich aufbauender Nerven-

[1]) Bei den übrigen Wirbelthieren, ja wahrscheinlich schon bei Petromyzon, gehen diese verloren und nur die ventralen Wurzeln erhalten sich.

complex aufzufassen. Ebenso enthält auch der Vagus beiderlei Elemente.

Diese natürliche, a priori zu postulirende Auflösung in spinalartige Nerven mit oberer und unterer Wurzel gereichte mir zu um so grösserer Genugthuung, da ich mich nie vertraut machen konnte mit der Ansicht Balfour's[1]), welcher in dem bei Hai-Embryonen nachgewiesenen dorsalen Ursprung sämmtlicher spinalartigen Hirnnerven ein Ueberbleibsel des bei Amphioxus bestehenden Verhaltens erblickt. Bei letzterem existiren nämlich einzig und allein dorsale Spinalnerven, welche beiderlei Elemente, motorische und sensible in sich vereinigen. Demgemäss werden die vorderen oder ventralen Wurzeln der übrigen Vertebraten von dem genannten Forscher als erst „secundär erworben" aufgefasst.

Ich kann mir nun nicht denken, wie gerade in einem so stark modificirten Organ, wie im Gehirn, jene primitiven Verhältnisse sich erhalten haben sollten. Wenn irgend wo — so sollte man doch meinen — eine Verschiebung der ursprünglichen Elemente stattfindet, so muss diese am ehesten hier erwartet werden. — Jedenfalls aber müssten wir, falls überhaupt eine Fortvererbung vom Amphioxus aus im obigen Sinn stattfindet, im Querdergehirn dieselbe zum Ausdruck kommen sehen. Hier ist aber Nichts davon nachzuweisen und so möchte ich die betreffenden Bildungen bei Selachiern als secundäre und nicht als ursprüngliche betrachten. Sie stellen meiner Auffassung nach schon eine dritte Entwicklungsphase dar; die erste ist jene des Amphioxus, wo nur dorsale Wurzeln figuriren, die zweite diejenige von Ammocoetes, wo schon ventrale Wurzeln aufgetreten sind, welche sich, mit den dorsalen in regelmässiger Weise bei ihrem Durchtritt durch die skeletogene Schicht alternirend, bis zum Acusticus und Facialis fortsetzen, die dritte Stufe endlich wird durch alle übrigen Wirbelthiere, von den Selachiern an, repräsentirt. Bei ihnen haben in Folge grösserer Differenzirung der centralen Herde auch die Nervenwurzeln insofern eine Modification ihres ursprünglichen Verhaltens erfahren, als sie schon gemischt aus der Medulla oblongata entspringen und so als aus

[1]) Schwalbe l. c. hat sich neuerdings Balfour hierin angeschlossen.

einer Concrescenz ventraler und dorsaler Elemente hervorgegangen betrachtet werden können.

Ich werde darin durch Rohon (Ueber den Ursprung des N. vagus bei Selachiern, Arb. d. zool. Inst. zu Wien, Heft I) noch wesentlich bestärkt, indem er nachweist, dass „die graue Masse des Nachhirns und Rückenmarks bei Selachiern einerseits an die Cyclostomen, andrerseits an die höheren Vertebraten sich anschliesst". „Es enthält die graue Masse des Selachier-Rückenmarkes in ihrer Zellensäule die einfachsten Zustände des Vorderhirnes, wie sie bei Cyclostomen vorkommen, in der reticulären Substanz und dem einfachen Hinterhirn die Uebergangsstufen zu den weiteren Differenzirungen, wie sie die höheren Vertebraten, beziehungsweise die Säuger aufweisen".

An einer andern Stelle spricht es Rohon geradezu aus, dass „der Complex der hinteren Vaguswurzeln (Carl Gegenbaur's) ein gemischtes System von hinteren und vorderen Wurzeln repräsentirt, demnach auch zum Theil den vorderen, zum Theil den hinteren Spinalwurzeln entspricht".

Zwei Punkte in den vorliegenden Untersuchungen harren noch der Erledigung: erstens, eine genaue histologische Bearbeitung des Ammocoetes-Gehirnes und zweitens eine erschöpfende Darstellung der peripheren Verbreitung sämmtlicher Kopfnerven, vor Allem derjenigen des Vagus und Hypoglossus im Bereich des Kiemenapparates.

Für beide habe ich bis jetzt noch nicht die genügende Zeit gefunden und erst wenn diese Lücke ausgefüllt sein wird, kann das letzte Wort gesprochen werden.

Erklärung der Tafel.

Fig. 1—7.

Fig. 1. Die Myomeren des Kopfes eines Querders von 8 M. Länge.
„ 2. Die Myomeren des Kopfes eines ausgewachsenen Querders.
„ 3. Dorsale Ansicht des Gehirns von Ammocoetes.
„ 4. Ventrale Ansicht des Gehirns von Ammocoetes mit den Kopfnerven und den Gehörkapseln.
„ 5. Ventrale Ansicht des Gehirnes von Petromyzon Planeri mit den Kopfnerven.
„ 6. Dorsale Ansicht desselben Objectes.
„ 7. Sagittalschnitt durch den Kopf von Ammocoetes.

Ueber die näheren Bezeichnungen vergleiche den Text!

Alle Figuren sind unter starker Lupe gezeichnet.

Das Skelet von Pleurodeles Waltlii

von

Prof. R. Wiedersheim.
in Freiburg i. Br.

Hierzu Taf. I.

Michahelles (Isis XXIII, 1830) ist meines Wissens bis jetzt der Einzige geblieben, der dem Skelet dieses Thieres einige Aufmerksamkeit geschenkt und Abbildungen davon geliefert hat. Letztere, sowie auch die Beschreibung, lassen Manches zu wünschen übrig und genügen keineswegs den Ansprüchen von heutzutage.

Vor Allem vermissen wir dabei weitere Ausblicke nach andern Molchgeschlechtern und daran anschliessend eine genaue Präcision der Stellung des Pleurodeles in der Reihe der übrigen Amphibien. Freilich war eine solche im Jahr 1829 oder 30, als Michahelles seine Abhandlung niederschrieb, in Anbetracht der höchst dürftigen Kenntnisse, welche man damals von diesem Thierkreis überhaupt besass, kaum zu erwarten. Um so mehr dürfte es daher jetzt am Platze sein, jene oben angedeuteten Fragen näher zu beleuchten, und ich würde dies schon bei Abfassung meiner vor zwei Jahren erschienenen Arbeit über das „Kopfskelet der Urodelen" gerne gethan haben, allein es gebrach mir damals an jeglichem Material. Erst in letzter Zeit bin ich durch die Güte des Herrn Fernand Lataste in Paris in den Besitz von vier Exemplaren des Pleurodeles gelangt und so will ich nicht lange zögern, die gewonnenen Resultate der Oeffentlichkeit zu übergeben.

A. Der Schädel.

Schon durch die Haut hindurch kann man auf die breite, kuchenartig platte Form des Kopfskeletes schliessen und ebenso ist schon durch das Gefühl ein harter, bogiger Wulst am oberen Orbitalrand zu ermitteln. Die Haut haftet der Unterlage ziemlich

fest an, was namentlich für die Regio nasalis gilt. Unterliegende, zu förmlichen Knäueln angeordnete Drüsen, wie ich sie seiner Zeit von andern Urodelen beschrieben habe, sind nicht vorhanden, wohl aber finden sich in der Gegend des ganzen Vorderkopfes, sowie auch längs dem oberen Augenhöhlenrand zahlreiche, kugelförmige Hautdrüsen, welche in die Rauhigkeiten (vergl. Fig. 8) der betreffenden Knochen tief eingefalzt liegen.

Das ganze Schädelgerüste macht einen ausserordentlich festen, derben Eindruck und erinnert dadurch am meisten an die Gattung Triton und noch mehr an Salamandrina perspicillata. Damit stimmt auch die geringe Entwicklung knorpeliger Theile, auf die im Laufe dieser Arbeit noch näher eingegangen werden soll.

Ich beschreibe nun den Schädel nach seiner äusseren Configuration, d. h. so weit dies ohne Sprengung desselben möglich ist.

Vorne an der Schnauze beginnend, treffen wir auf der Dorsalseite zwei grosse, nach hinten, rechts und links von der Medianlinie spitz ausspringende Knochenplatten, welche man nach Analogie der übrigen Urodelen für die aufsteigenden Aeste des Zwischenkiefers und für die Nasenbeine erklären müsste (Fig. 8, N), eine nähere Untersuchung lehrt jedoch, dass es sich nur um die letzteren handelt. Sie sind nämlich hier zu ganz excessiver Entwicklung gelangt und stossen in der Mittellinie unter Bildung einer zackigen Naht vollkommen zusammen, wodurch die uns von den übrigen Salamandriden her bekannte, Oeffnung zum Cavum internasale s. intermaxillare vollständig verschwindet. Schon bei gewissen Tritonen (vergl. meine Arbeit über das Kopfskelet der Urodelen, Fig. 110, 135, 140) ist sie sehr klein geworden, bei keinem einzigen Urodelen aber, insofern ein Cavum internasale in seinem Organisationsplan gelegen ist, habe ich sie ganz vermisst. Somit nimmt der spanische Molch hinsichtlich dieses Punktes eine Ausnahmestellung ein. Die schon oben flüchtig erwähnten, von eingelagerten Drüsen herrührenden Höcker und Leisten finden sich am stärksten ausgeprägt auf der Oberfläche der Nasalia, ferner, um das gleich hier abzumachen, an der Wangenfläche des Oberkiefers sowie am Orbitalrand des Frontale und Praefrontale; die Oberfläche aller übrigen Schädelknochen ist mehr oder weniger glatt.

Nach vorne und aussen begrenzt das Os nasale die äussere Nasenöffnung (Apn), während es sich lateralwärts an den Oberkiefer (M) und den vorderen Abschnitt des Praefrontale (Pf) anlegt.

Die Maxilla schickt einen mässig langen, derben Jochfortsatz

nach rückwärts, welcher sich an seinem freien, spitzen Ende durch ein kurzes fibröses Ligament mit dem Pterygoid (Pt) verbindet. Nicht nur der Oberkiefer, sondern auch das Praefrontale und das Stirnbein erzeugen in die Augenhöhle hereinschauende Fortsätze und betheiligen sich somit, ganz wie dies bei Salamandrina perspicillata und den Tritonen der Fall ist, wesentlich am Aufbau derselben. Ich möchte hiebei auch auf eine am oberen Rand des Processus orbitalis des vorderen Stirnbeins gelegene Oeffnung aufmerksam machen, welche wohl nichts Anderes sein kann, als der Eingang zu dem von G. Born bei andern Urodelen nachgewiesenen Thränenkanal.

Zwischen dem unteren Rand der Orbitalfortsätze des Maxillare und Praefrontale einer- sowie dem später noch zu besprechenden Antorbital-Fortsatz andrerseits ist die Orbita durch eine, vom Ramus ophthalmicus des Quintus und von Gefässen durchbohrte, häutig knorpelige Membran vom Cavum nasale abgeschlossen. Das Dach der Orbita wird durch den weit überhängenden Rand des Stirnbeins (Fig. 8 und 9 bei F), sowie mehr nach rückwärts durch den, ganz ähnlich wie beim Brillensalamander und manchen Tritonen gestalteten „Fronto-temporal-Bogen“ gebildet (Fig. 9, bei PF, Sq^2).

Beim Orbitalboden kommt, wie bei allen Amphibien, abgesehen von den Gymnophionen, in erster Linie die Mucosa oris und in zweiter die Pterygoidspange (Fig. 9, Pt) in Betracht; nach rückwärts endlich erfährt die Augenhöhle ihren Abschluss durch den Suspensorial-Apparat resp. die demselben vorgelagerte Kaumuskulatur.

Ueber die in der Mittellinie mit sehr krausen Suturen zusammenstossenden Stirn- und Scheitelbeine ist andern Urodelen gegenüber, wo ich (l. c.) darüber ausführlich berichtet habe, nur Weniges hervorzuheben. Die Parietalia erzeugen, wie die Stirnbeine, einen tief herabgreifenden, sanft gewölbten Processus orbitalis und andrerseits erstrecken sie sich lateralwärts ziemlich weit über die Hörkapseln, so dass sie den Querschenkel des Squamosum (Fig. 8, Sq, Sq 3) beinahe berühren.

Die unterligenden Hörkapseln (Pet) sind blasig aufgetrieben und lassen das Relief der halbcirkelförmigen Canäle gar nicht oder doch nur sehr undeutlich hervortreten. Median- und zugleich basalwärts schieben sie sich so weit gegen die Mittellinie vor, wie dies durch die auf Fig. 9, seitlich von Ps angebrachten, punktirten Linien ausgedrückt ist. Das Occipital-Segment des Schädels ist wie bei allen Amphibien mit der Capsula auditiva zu einer

untrennbaren, homogenen Masse verschmolzen; die beiderseitigen Hälften umschliessen das weite Hinterhauptsloch, werden aber ventral- und dorsalwärts durch zarte Knorpelcommissuren (Fig. 8 und 9, bei So und Ob) vereinigt. Bei älteren Thieren kann, wie es scheint, die obere Commissur auf ein Minimum reducirt werden oder auch ganz schwinden. Die Condylen stellen mässig prominirende, zapfenartige Hervorragungen dar und articuliren mit dem Atlas durch eine Art von Sattelgelenk.

Seitlich auf den Felsenbeinen sitzt das ganz ähnlich wie beim Brillensalamander gestaltete, T-förmige Squamosum (Fig. 8, Sq), an dem man einen vorderen und hinteren, sowie einen absteigenden Schenkel unterscheiden kann (Fig. 8, $Sq - Sq^3$). Letzterer deckt das Quadratum von aussen und hinten und ist demgemäss steil nach abwärts und etwas nach vorwärts gerichtet. Indem das Quadratum auch von der Ventralseite her durch einen Knochen, nämlich durch das Pterygoid gedeckt wird, steckt es in einer förmlichen Hülse oder Scheide, wie dies auf der Figur 9 deutlich zum Ausdruck kommt. An seinem freien Ende liegt die von zwei Protuberanzen flankirte Gelenkfläche für den Unterkiefer, nach aufwärts aber gabelt sich der Knochen wie ein Backzahn in zwei Zinken, wovon die eine, viel längere und schlankere, direct die seitliche Schädelfläche erreicht, während die andere, eine kurze, quer abgestutzte Säule repräsentirt. Sie wird durch Knorpelmasse fortgesetzt und erreicht so gleichsam erst indirect das Petrosum.

Jene Knorpelmasse hängt, wie bei vielen andern Urodelen mit derjenigen auf der Dorsalseite des Pterygoids zusammen (Fig. 8, 9 bei Ptc, Qu^1) und ist als der letzte Rest des primitiven Palatoquadrat-Bogens aufzufassen. Das knöcherne Pterygoid (Pt) ist sehr stattlich entwickelt und breitet sich an seinem Hinterende zu einer nach hinten und oben umgerollten, medianwärts mit einer Protuberanz an der prootischen Gegend artikulirenden Platte aus, hinter welcher der Facialis (VII) zu Tage tritt. Medianwärts davon liegt das Foramen caroticum (Fig. 9 bei c).

Weitaus der grösste Knochen des ganzen Schädels ist das basalwärts gelagerte Parasphenoid (Fig. 9, Ps). Auf seiner cerebralen Fläche ist es nur sehr mässig gehöhlt und mit keiner eigentlichen Fossa hypophyseos versehen, wie dies bei andern Urodelen (Triton helveticus z. B.) zu beobachten ist. Seine Form, sowie seine topographischen Beziehungen gehen klar genug aus der Abbildung hervor, so dass ich mir füglich eine weitere Beschreibung ersparen kann. Seine Seitenränder werden von vorne

her durch die, wie bei Triton cristatus in gerader Linie nach hinten sich erstreckenden Zahnleisten des Vomer's theilweise bedeckt (Vo), weiter nach hinten aber werden sie frei und lateralwärts von ihnen erblickt man die blasig vorgetriebene Unterfläche der Hörkapseln (Pet) mit der Fenestra ovalis resp. dem dieselbe verschliessenden, anfangs hyalinknorpeligen, später aber wohl ossificirten Operculum (Fov).

Die Entstehung dieses Knöchelchens als eines Abschnürungs-Produktes aus dem Petrosum, habe ich früher schon (l. c.) ausführlich entwickelt, ich möchte aber, da jener Passus meiner Abhandlung von neueren Arbeitern auf diesem Gebiet übersehen worden zu sein scheint, ausdrücklich noch einmal darauf hinweisen und dabei auch an die Parker'schen Arbeiten erinnern, die mit den meinigen bezüglich dieses Punktes vollkommen einig gehen.

Das betreffende Knochenplättchen entspricht dem Stapes der höheren Vertebraten, ist aber hier nicht wie bei vielen andern Urodelen durch einen Knorpelfaden oder ein Ligament mit der Hinterfläche des Quadratums verbunden, sondern nur von einer starken, fibrösen Membran überlagert, die auch noch auf den Suspensorial-Apparat übergreift.

Die Pflugscharbeine breiten sich in der Region des Vorderkopfes zu breiten Platten aus, welche an ihrem lateralen Rand mit einem tiefen Ausschnitt die Choanen (Fig. 9, Ch) begrenzen und in der Medianlinie die Ausmündungsöffnung der, von mir sogenannten, Glandula intermaxillaris zwischen sich fassen. Bei einem zweiten untersuchten Exemplar lag letztere auf der Grenze zwischen Vomer und Praemaxillare (Fig. 10, bei Ci).

Am Aufbau des Gaumens betheiligen sich auch noch die breiten Processus palatini des Maxillare und Praemaxillare (Fig. 9, a, b) und so entsteht ein ganz ähnliches Bild, wie bei einer ganzen Reihe andrer Urodelen, vor Allem Tritonen (l. c. Fig. 103, 111, 136, 141). Die Naht zwischen den Palatinplatten des Zwischenkiefers (vergl. Fig. 9 und 10) ist, wenn auch hie und da sehr undeutlich vorhanden und darin liegt einerseits eine Annäherung an die Gattung Salamandrina oder auch an Salamandra, andrerseits ein Gegensatz zu der Gattung Triton.

Die Seitenwände des Schädels sind, wie bei Tritonen, durchweg gut verknöchert. Derjenige Theil der Trabekel, die man als Orbitosphenoid zu bezeichnen (Fig. 9, Os) gewohnt ist, wird an seinem hinteren Abschnitt vom Sehnerven (II) durchbohrt. Weiter rückwärts am Uebergang zur prootischen Region setzt sich

das Orbitosphenoid durch eine Naht vom sogenannten Alisphenoid ab und in letzterer, mit dem Petrosum untrennbar vereinigten, Knochenlamelle liegen die zwei Löcher für den Trigeminus (Fig. 9, bei V); durch das eine tritt der Ramus ophthalmicus, durch das andere der Ramus supramaxillaris und mandibularis.

Ganz am Vorderrand des Orbitosphenoids sind noch Knorpelspuren in Form des zum Antorbitalfortsatz auswachsenden Trabekels vorhanden, wie sie auch vielen andern, ja vielleicht allen Urodelen zukommen.

Es erübrigt noch, die Regio naso-ethmoidalis am gesprengten Schädel näher zu beleuchten.

Sprengt man, wie dies auf der Figur 10 dargestellt ist, beide Nasalia, sowie das Frontale und Praefrontale einer Seite sorgfältig ab, so liegt zunächst das zierliche Praemaxillare frei. Die nach rückwärts eine Gabel erzeugenden Processus ascendentes (Pasc), welche bei vielen Urodelen eine ausserordentlich starke Entwicklung erfahren, erscheinen hier fast rudimentär, während die früher schon erwähnten Processus palatini (a) am Aufbau des Nasenbodens in ausgedehntester Weise participiren.

Das Dach der Nasenhöhle wird, wie man jetzt am gesprengten Schädel sieht, nicht allein durch die breiten Nasalia, sondern auch zum grossen Theil durch die unter jenen sehr weit nach vorne reichenden Frontalia (F) gebildet. Unter diesen liegen noch starke Knorpelplatten, so dass die Wände des Cavum nasale auf der Dorsalseite dreischichtig erscheinen. Jene knorpelige Auskleidung der Nasenhöhle setzt sich auch auf den Boden und lateralwärts in die Maxillarbucht hinein fort, und so erhalten wir nach Abnahme aller Knochen des Vorderkopfs zwei, wenn auch nicht vollkommen geschlossene, knorpelig-häutige Nasenkapseln. Beide sind, in ganz ähnlicher Weise, wie ich dies früher in einer Monographie über Salamandrina perspicillata von unserem gefleckten Landsalamander (Fig. 91) beschrieben und abgebildet habe, in der Medianlinie durch eine Art von Commissur verbunden, oder lassen sich auch als blasige Anhängsel der letzteren auffassen.

Auf Figur 10 kann man dies gut übersehen und ich habe Folgendes dazu zu bemerken. Die der Unterseite der Frontalia sehr zähe anhaftenden Knorpellamellen sind mit der Scheere absichtlich abgetragen und nichts ist stehen geblieben, als eben jene oben erwähnte „Commissur“ (Sep). Diese, welche nichts Anderes repräsentirt als ein unpaares Septum nasale, entspringt auf der ebenfalls hyalin-knorpeligen Ethmoidalplatte

(Eth) oder Lamina cribrosa. Durch letztere erfährt das Cavum cranii nach vorne gegen die Nase zu einen Abschluss, ähnlich wie bei Salamandra maculosa, nur mit dem kleinen Unterschied, dass bei letzterer die Platte mehr napf- oder becherartig vertieft erscheint, während sie dort flacher ist.

Viel wichtiger als dieses erscheint mir jedoch folgender Umstand. Während wir bei dem gefleckten Salamander eine von vorne her gegen die Siebplatte sich erstreckende Fortsetzung des Cavum internasale und somit hier, wie bei allen bis jetzt bekannten Urodelen, den Mangel einer eigentlichen, unpaaren Nasenscheidewand constatiren können, ist eine solche bei **Pleurodeles Waltlii** vorhanden. Allerdings erstreckt sie sich etwa nur bis zur Mitte der Nasenhöhle, d. h. bis zum hinteren Umfang der Ausmündungsstelle der Glandula intermaxillaris (Ci). Hier theilt sich nämlich das Septum nach vorne zu in zwei Schenkel oder besser gesagt: in zwei ebenfalls senkrecht stehende und den Nasenraum in dorso-ventraler Richtung ganz durchsetzende Lamellen (Sep^1), welche einen Abschluss des Cavum intermaxillare oder internasale nach rückwärts zu Stande bringen. Im weiteren Zug nach vorwärts schieben sie sich lateralwärts an den senkrecht absteigenden Platten der Processus ascendentes der Praemaxille vorbei und gehen allmälig in die Knorpelhülle des vorderen Nasenraumes (in der Circumferenz der Apertura nasalis externa) über. Seitlich existirt eine feine Oeffnung für den Eintritt des Schnauzenastes vom Quintus in's Cavum intermaxillare.

Somit wird bei dem spanischen Rippenmolch der letztgenannte Hohlraum in seinem hinteren Abschnitt durch Knorpel, in seinem vorderen aber durch Knochensubstanz aufgebaut; dabei ist er im Vergleich mit andern Urodelen in seiner Ausdehnung ziemlich beschränkt und dies beruht hier auf der Existenz eines eigentlichen Septum nasale, wie wir ihm sonst nur bei Anuren und Schleichenlurchen, wenn auch hier in viel vollendeterer Entwicklung wieder begegnen. Bei allen übrigen Salamandriden ist dies nicht zu beobachten, indem sich hier die mächtige Glandula intermaxillaris durch das ganze Cavum internasale hindurch bis zur häutigen oder knorpeligen Lamina cribrosa nach hinten erstreckt.

Von Nasenmuscheln findet sich bei Pleurodeles keine Spur auch nicht einmal in Form von knorpeligen Prominenzen mit Schleimhaut-Duplikaturen, wie ich sie früher von Plethodon glutinosus beschrieben und abgebildet habe (l. c. Fig. 81).

Der Unterkiefer

wird von den drei bekannten Stücken: Articulare, Dentale und Angulare gebildet. Sie sind leicht von einander zu trennen, worauf dann im Innern die Cartilago Meckelii zu Tage tritt. Ueber die Zähne ist hinsichtlich ihrer Form nichts Besonderes zu melden; sie sitzen auf der Praemaxille, der Maxille, dem Vomer und dem Dentale externum des Unterkiefers.

Der Zungenbein-Kiemenbogen-Apparat

ist, wie ein Blick auf die Figur 11 der vorliegenden und auf Fig. 89 und 91 meiner früheren Arbeit (l. c.) belehrt, demjenigen von Triton torosus und viridescens sehr ähnlich; auch Figur 98 meiner Abhandlung über Salamandrina persp. kann zum Vergleich herbeigezogen werden. Dieselbe stellt das Visceralskelet von Triton cristatus dar. Hier wie dort finden wir den Apparat theils aus Hyalinknorpel, theils aus Knochensubstanz oder auch nur aus Kalkknorpel aufgebaut. Bezüglich der Bezeichnung der einzelnen Partieen verweise ich auf die Tafeln, welche ich meiner Arbeit über das „Kopfskelet der Urodelen" beigefügt habe. Die dort figurirenden Erklärungen gelten auch für hier.

B. Der Schultergürtel (Fig. 12)

zeigt vor demjenigen andrer Salamandriden keine principiellen Abweichungen. Er setzt sich zusammen 1) aus der eigentlichen Scapula (Sc), an welcher man bei C. gl. die von breiten Lippen umsäumte Gelenkpfanne für den Humerus bemerkt, 2) aus der Suprascapula (Ss), 3) aus dem breiten schaufelförmigen Coracoid (Cor) und endlich 4) aus der Clavicula (Cl). (Götte) (Procoracoid: Gegenbaur).

Es lassen sich an den verschiedenen Partieen drei verschiedene Gewebsformen unterscheiden, nämlich eigentlicher Knochen, aus welchem sich die Scapula componirt, dann in direktem Anschluss an diesen Kalkknorpel. Aus ihm besteht die ganze Suprascapula, weitaus der grösste Theil des Coracoids (Cor^1) und endlich die laterale Hälfte der Clavicula.

Der Kalkknorpel geht in den beiden zuletzt genannten Abschnitten des Schultergürtels ganz allmälig über in Hyalinknorpel, doch kommt letzterer — und darin liegt ein bemerkenswerther Unterschied von den übrigen Urodelen — nur an den Rändern des Coracoids als schmaler und an der Clavicula als etwas breiterer

Saum zur Geltung. Möglich erscheint es mir immerhin, dass auch dieser letzte Rest bei ganz alten Exemplaren noch von Kalksalzen durchsetzt wird oder gar verknöchert.

Für das hyalin-knorpelige Sternum resp. seine Beziehungen zu den Coracoidplatten gilt ganz dasselbe, was ich (l. c.) über Spelerpes fuscus (Geotriton) mitgetheilt habe.

C. Der Beckengürtel (Fig. 16)

weicht von demjenigen der Gattung Salamandra und Spelerpes kaum ab. Wie dort so finden sich auch hier in proximaler Richtung ein breiter Knorpelaufsatz (Isch[1]) auf dem Os ischii (Isch) und auf jenem wiederum ruht, von der Symphyse entspringend, die stark entwickelte Cartilago ypsiloides (Cyp). Ueber die genauere Configuration der einzelnen Theile gibt die Abbildung besseren Aufschluss, als eine ausführliche Beschreibung, auf die ich deshalb verzichten will.

Das Os ilei (Il) ist durch ein ausserordentlich starkes, knorpelig-fibröses Band (Lgt) mit der Rippe des 16. Wirbels innig verwachsen. Es gelang mir nie, beide unbeschädigt von einander zu isoliren, sondern immer riss die Rippe vom Wirbel ab.

Am Zusammenstoss des Darmbeines mit dem Os ischii liegt die Fossa glenoidalis (C. gl.) für den Oberschenkel; sie ist wie diejenige an der Scapula von starkem Knorpelsaum umrahmt.

D. Carpus und Tarsus.

Da die Knochen des Ober- und Unterarmes, sowie die entsprechenden an der hinteren Extremität durchaus dasselbe Verhalten zeigen, wie ich es früher schon (l. c.) von andern Urodelen ausführlich geschildert habe, so gehe ich nicht mehr darauf ein, sondern wende mich gleich zur Hand- und Fusswurzel.

Was die ersteren betrifft (Fig. 13), so besteht sie aus sieben hyalin-knorpeligen Stücken, wovon drei, nämlich das Intermedio-ulnare (iu), das Centrale (c) und das vierte Carpale starke Ossificationspunkte besitzen.

Der Tarsus componirt sich, wie bei Salamandra aus neun Theilen, welche mit Ausnahme des Centrale, Intermedium und Fibulare, welch' letztere Ossificationtspunkte besitzen, rein hyalinknorpelig sind.

Hier so wenig wie beim Carpus finden sich principielle Unterschiede von den übrigen Urodelen, vor Allem von Salamandra maculosa.

Die Knochen der Mittelhand, des Mittelfusses, sowie der Phalangen erinnern durch ihre schlanke Configuration viel mehr an diejenigen der Tritonen, als an jene von Salamandra oder gar Spelerpes. Die Phalangenzahl verhält sich, von der Radialseite resp. der Tibialseite ausgehend, wie folgt: 2, 2, 3, 2 resp. 2, 2, 3, 3, 2.

E. Die Wirbelsäule

besteht aus fünfzehn praesacralen, einem sacralen und 42—45 caudalen Segmenten, so dass sich die Gesammtzahl auf circa sechzig beläuft.

Von den praesacralen Wirbeln trägt der erste d. h. der Atlas keine Rippen, wohl aber alle übrigen, so wie der Sacralwirbel und die zwei oder drei (es wechselt nach Individuen) ersten Schwanzwirbel.

Die Wirbel des Pleurodeles sind nach dem procoelen Typus gebaut, wobei jedoch zu bemerken ist, dass der Gelenkkopf nicht frei in der Pfanne des nächstvorderen Wirbels spielt, sondern durch die ihn durchsetzende Chorda in jener wie durch einen Bindfaden fixirt wird. Die Wirbelkörper zeigen sich von der Ventralfläche schwach sanduhrförmig eingeschnürt und man unterscheidet an den zugehörigen oberen Bogen eine niedere Leiste, statt einem eigentlichen Processus spinosus und je zwei Paare von Gelenkfortsätzen, welche die bekannten Deckungsverhältnisse zu denjenigen des nächsthinteren und nächstvorderen Wirbels eingehen.

Seitlich am Wirbel liegt der starke Processus transversus, der sich aus zwei, einerseits von der Grenze zwischen Körper und Bogen, andrerseits höher oben am Bogen entspringenden Knochenbälkchen aufbaut. Der Raum zwischen diesen beiden wird durch eine zarte Knochenplatte ausgefüllt und mit jedem Bälkchen artikulirt eine Wurzelspange der zugehörigen Rippe. In der Bucht hinter dem Processus transversus liegt das Loch für die Arteria vertebralis.

Der Atlas weicht mit Ausnahme einiger zu erwähnender Punkte von demjenigen der übrigen Urodelen nicht ab. Ich kann daher für das Wesentlichste auf meine Monographie über den italienischen Brillensalamander verweisen und will nur Folgendes noch bemerken. Der vorne und basalwärts liegende, schaufelartige, mit dem Basi-occipitale resp. dem Parasphenoid artikulirende Fortsatz ist an seiner vorderen Circumferenz in zwei Flügel gespalten und zeigt auf seiner Ventralfläche nicht eine, sondern zwei, durch

eine Furche von einander getrennte Knorpelflächen, welche eine ovale Form besitzen. Genauere Untersuchungen in entwicklungsgeschichtlicher Beziehung müssen darthun, ob jenes Verhalten auf eine paarige Anlage des Atlas' hinweist oder nicht.

F. Die Rippen.

Nach ihnen hat der Pleurodeles bekanntlich den deutschen Namen „Rippenmolch" erhalten. Dass aber das Perforirtwerden der Haut durch die Rippenspitzen nicht, wie man früher annahm, als eine natürliche Erscheinung, sondern vielmehr als Folge einer durch zu starke Krümmung des Rumpfes hervorgerufenen Laesion zu betrachten ist, hat erst neulich Leydig (Arch. für Naturgesch. 1878) zur Evidenz bewiesen. Ich brauche also auf jenes Mährchen nicht mehr zurückzukommen, sondern verweise einfach auf die eben citirte Arbeit.

Die Rippen sind ungleich länger und spitzer, als bei den übrigen Molchen, ohne dass jedoch an ihnen eine stärkere Krümmung zu bemerken wäre. Sie haben, namentlich in der mittleren Rumpfgegend, die Form eines zart geschweiften Dolches mit langer scharf ausgezogener Spitze (Fig. 14). Letztere, welche nach Leydig's Untersuchungen in einem subcutanen Lymphsack ruht, ist äusserst hart und fest, ohne jegliche Spur eines Knorpels, wie er sich anderwärts häufig findet. Der übrige, weitaus grösste Theil des Schaftes wird von einem fetterfüllten Markraum (FM) eingenommen, welcher sich bis in das proximale Ende herein erstreckt. Letzteres ist, der Doppelanlage der Querfortsätze entsprechend, gabelig gespalten, jedoch so, dass der zwischen beiden Zinken existirende Raum von einer kleinen Knochenplatte ausgefüllt wird.

Die längsten, der mittleren Rumpfregion angehörigen Rippen messen 7—8 Millim. Von der ersten bis zur dritten nehmen sie rasch an Grösse zu, bleiben dann bis zur achten ungefähr gleich, um dann von hier an ziemlich schnell abzufallen. Die letzten sind sehr rudimentär, wie auch schon die Sacralrippe (Fig. 15) eine abgestumpfte, an ihrem freien Ende wie platt geschlagene Form zur Schau trägt. Auf ihrer ventralen Fläche inserirt sich das schon oben erwähnte, fibro-cartilaginöse Band des Darmbeines und es liegt auf der Hand, dass der Zug des letzteren auf die Form jener Rippe seinen Einfluss in der eben vorgetragenen Weise geltend gemacht hat.

Fassen wir nun die Resultate kurz zusammen, so können wir sagen: der Pleurodeles Waltlii vereinigt in seinem Skelet Charactere, welche sonst auf die drei grossen und ziemlich weit auseinander liegenden Gattungen Triton, Salamandra und Spelerpes vertheilt sind. Im Wesentlichen repräsentirt er eine, bis jetzt nicht bekannt gewesene Uebergangsform zwischen Salamandra maculosa und Triton viridescens, subcristatus, platycephalus, cristatus und endlich Salamandrina perspicillata, welch' letzterer Molch, wie ich (l. c.) schon früher gezeigt habe, in den nächsten Beziehungen zu den obgenannten Tritonen steht und sehr wahrscheinlich als die höchste Form aller Urodelen überhaupt aufzufassen ist. Am meisten entwickelt ist der Collectivtypus des Pleurodeles im Schädel und speciell in der Regio naso-ethmoidalis, wo wir nicht nur in den senkrecht absteigenden Knochen- und Knorpelplatten zur Umschliessung des Cavum intermaxillare, sowie in dem fast verwachsenen Zwischenkiefer Anklänge an Triton und Salamandra, sondern auch bezüglich des unpaaren Septum nasale solche an Gymnophionen und Anuren erkennen.

Erklärung der Tafel.

Fig. 8—17.

Allgemein giltige Bezeichnungen:

AF Antorbital-Fortsatz.
Apn Apertura nasalis externa.
Cond Condyli occipitales.
F Os frontale mit hinterem Fortsatz: *PF*.
P Os parietale.
N Os nasale.
Pmx Os praemaxillare, *M* Os maxillare } mit ihren Gaumenfortsätzen *a* und *b*.
Ps Os parasphenoideum.
Pf Os praefrontale.
Pt u. *Ptc* Knöchernes und knorpeliges Os pterygoideum.
Qu u. *Qu*^{1} Knöchernes und knorpeliges Os quadratum.
Sq Os squamosum mit drei Fortsätzen Sq^1—Sq^3.
Pet Os petrosum.
Vo Os vomeris.
Os Os orbito-sphenoideum.
So, *Ob* } ——— } Supra- und basi-occipitaler Knorpel.
Fov Fenestra ovalis mit Stapes.
II, *V*, *VII*, *X* } Austritt des Nervus { Opticus. Trigeminus. Facialis. Vagus.

Fig. 8. Dorsal-Ansicht, Fig. 9. Ventral-Ansicht } des Schädels.

Fig. 10. Naso-ethmoidal-Region des Schädels von oben aufgesprengt und nach Entfernung der knorpeligen Nasenkapseln. *Eth* = Ethmoid. *Sep* = Septum nasale. *Pasc* = Processus ascendentes des Zwischenkiefers. *Ci* = Cavum intermaxillare an seiner Ausmündung in die Mundhöhle.

Fig. 11. Zungenbein-Kiemenbogen-Apparat.

KH = Kleine Zungenbeinhörner.
Bbr = Basibranchiale.
Kebr = Keratobranchiale.
Epbr = Epibranchiale.
KeH = Keratohyale.

Fig. 12. Schultergürtel der rechten Seite, ausgebreitet.

Sc = Scapula.
Ss = Suprascapula.
Cor = Coracoid.
Cl = Clavicula.
C. gl. = Cavitas glenoidalis.

Fig. 13. Carpus der rechten Seite von oben.

R, U = Radius und Ulna.
r = Os radiale.
iu = Os intermedio-ulnare.
c = Os centrale.
1—4 = Os carpale 1—4.
I—IV Erster bis vierter Metacarpus.

Fig. 14. Rippe aus der mittleren Rumpfgegend.

FM = Markraum im Innern.

Fig. 15. Sacral-Rippe.

Fig. 16. Beckengürtel von der Ventralseite; das linke Darmbein ist entfernt.

Isch = Os ischii mit Knorpelaufsatz *Isch*[1].
Cyp = Cartilago ypsiloides.
Il = Os ilei.
Lgt = Fibro-cartilago zur Anheftung an die Sacral-Rippe.
C. gl. = Cavitas glenoidalis.
Sym = Symphysis pubis.

Fig. 17. Tarsus der rechten Seite von oben.

T, F = Tibia und Fibula.
i = Os intermedium.
t = Os tibiale.
f = Os fibulare.
c = Os centrale.
1—5 = Os tarsale 1—5.
I—V = Metatarsus 1—5.

Sämmtliche Figuren sind unter der Lupe gezeichnet.

Die Actinien

anatomisch und histologisch mit besonderer Berücksichtigung des Nervenmuskelsystems untersucht

von

Oscar Hertwig und Richard Hertwig.

(Fortsetzung aus Bd. XIII, N. F. VI.)

II. Kapitel.

Die Bedeutung der Actinien für allgemeinere morphologische Fragen, für die „Blättertheorie", für die Histogenese etc. ist bis jetzt noch von keiner Seite recht gewürdigt worden. Dass ihnen aber eine solche in reichlichem Maasse zukommt, wurde uns um so mehr klar, je tiefer wir, ausgehend von denselben Gesichtspunkten, die sich uns bereits in zwei früheren Arbeiten über den Organismus der Medusen als fruchtbringend erwiesen hatten, in den elementaren Bau der histologisch so wenig erkannten Thiere eindrangen. In dem vorausgehenden speciellen Theil, welcher die Anatomie und Histologie der einzelnen Körpertheile getrennt behandelt, konnte die soeben betonte allgemeinere Bedeutung der Actinien-Organisation nicht in das rechte Licht gestellt werden. Dasselbe soll daher jetzt noch in einem besonderen Abschnitte geschehen, in welchem wir die beim Studium der Actinien gewonnenen Befunde, soweit sie für die Blättertheorie und für die Histogenese von Werth sind, nach allgemeineren Principien kurz zusammenfassen und dabei nach verschiedenen Richtungen weiter verwerthen wollen.

I. Abschnitt.

Zusammenfassung der bei dem Studium der Actinien erhaltenen histologischen Befunde.

Die Actinien sind dreischichtige Organismen, sie bestehen aus zwei Epithellamellen und einer mittleren Stützlamelle, aus dem

Ekto-, Meso- und Entoderm. Wenn wir den feineren Bau dieser Schichten näher betrachten, so werden wir mit zwei Erscheinungen von grösserer morphologischer Bedeutung bekannt.

Erstens nimmt an der Organentwicklung der Actinien das Entoderm einen aussergewöhnlich grossen Antheil, wie es in gleichem Maasse bei keinem anderen Coelenteraten wiederkehrt (Taf. XVII, Fig. 2—4, 8—10). Nicht allein dass von diesem die Septen, Mesenterialfilamente, Acontien und Geschlechtsorgane geliefert werden, auch der grösste Theil der Körpermuskulatur und ein Theil des Nervensystems gehört ihm an. Daher die characteristische Erscheinung, dass der coelenterische Raum von geschlängelten Falten und zusammengeknäuelten Fäden dicht erfüllt ist, während sich nach Aussen nur die Tentakeln durch Ausstülpung aller drei Schichten gebildet haben. Die Organentwicklung der Actinien ist also mit einem Worte eine vorzugsweise entodermale.

Zweitens muss uns sofort die grosse Aehnlichkeit auffallen, welche zwischen den histologischen Elementen des Ektoderms und des Entoderms nachweisbar ist. Da ist keine Andeutung von dem tiefgreifenden Gegensatz, der nach der Annahme der Autoren zwischen Ektoderm und Entoderm bestehen soll und der ja auch in vielen Fällen in der That besteht; vielmehr gehen beide Schichten ohne wesentliche Veränderung ihrer histologischen Eigenschaften am unteren Rand des Schlundrohrs in einander über. Es empfiehlt sich daher bei einer einheitlichen Darstellung der Histologie der Actinien auf die übliche Eintheilung nach Ektoderm, Mesoderm und Entoderm zu verzichten und anstatt dessen die einzelnen Gewebsformen gemäss ihrer histologischen Beschaffenheit nach einander zu betrachten.

Die Epithelzellen der Actinien zeichnen sich durchweg durch ihre ausserordentliche Länge und Feinheit aus; zumal an contrahirten Theilen, an denen ihre Länge noch bedeutend zunimmt, werden sie zu ganz schmalen Fäden, die in einer Anschwellung den kleinen Kern enthalten; sie sind auf allen Punkten der Körperoberfläche mit Flimmern bedeckt. Während aber beim Cerianthus die Flimmern sowohl auf den Zellen des Ektoderms (Taf. XXIV, Fig. 14) als auch des Entoderms (Taf. XXIV, Fig. 5) zu Büscheln vereint aufsitzen, unterscheiden sich bei den Actinidae die ektodermalen und entodermalen Zellen, indem nur die ersteren (Taf. XX, Fig. 1—5b) mit vielen Flimmern, die letzteren (Taf. XXII und Taf. XXIII, Fig. 7) dagegen jede mit einer ein-

zigen langen Geissel versehen sind. Unwichtig sind die Unterschiede, die im Inhalt der Zellen zwischen Ektoderm und Entoderm hervortreten. Im Entoderm sind die Epithelzellen mit grösseren und kleineren Fettkörnchen und mit eiweissartigen Concretionen normaler Weise stark erfüllt; namentlich wird eine reiche Ansammlung von Nährstoffen im Epithel beobachtet, welches die weiblichen Geschlechtsorgane überzieht (Taf. XXIII, Fig. 1—13). Im Ektoderm fehlen derartige Einlagerungen und bestehen die Epithelzellen aus einer mehr rein protoplasmatischen Substanz.

Die Aufnahme fester Nahrungsstoffe findet daher hauptsächlich wenn nicht ausschliesslich vom Entoderm aus statt. Hiermit mag es auch zusammenhängen, dass in ihm allein sich die parasitischen gelben Zellen finden, welche einen nie fehlenden Bestandtheil vieler Actinienarten ausmachen (Taf. XIX, Fig. 5 y). — Das sind bereits alle Unterschiede, die sich zwischen den beiden Epithelblättern hervorheben lassen; in allen anderen geweblichen Differenzirungen herrscht eine nahezu vollkommene Uebereinstimmung. Wenn wir von den indifferenten Stützzellen absehen, welche im Epithel bald spärlicher bald reichlicher vertreten mit breiter Basis auf ihrer Unterlage festsitzen, so lassen sich die verschieden functionirenden Elemente des Entoderms und Ektoderms in drei Kategorien eintheilen: 1) in Nesselzellen, 2) in Drüsenzellen, 3) in die Zellen des Nervenmuskelsystems.

1) Die Nesselzellen sind sowohl im Ektoderm als auch im Entoderm verbreitet, in ersterem sind sie am reichlichsten an den Tentakeln und Randsäckchen (Taf. XVIII, Fig. 10 u. 13 c), in letzterem an den Mesenterialfilamenten (Taf. XXI, Fig. 10 u. 15 c) und an den Acontien (Taf. XXI, Fig. 11 u. 12 c) angehäuft. In beiden Blättern treten sie in verschiedenen Modificationen auf. Mehrere Beobachtungen machen es uns wahrscheinlich, dass die Nesselzellen mit dem Nervensystem in Verbindung stehen, indem sie nach der Stützlamelle zu sich in feine Fibrillen verlängern (Taf. XX, Fig. 5 c).

2) Gleich den Cnidoblasten sind die Drüsenzellen auf beide Blätter und zwar in zwei verschiedenen Arten vertheilt. Die eine Zellenart besitzt einen ganz homogenen Inhalt, der von Protoplasmanetzen durchsetzt wird (Taf. XIX, Fig. 5—7 d^1), die andere ist mit glänzenden Körnern erfüllt, die sich in Picrinsäure, chromsaurem Kali und Carmin stark färben (Taf. XIX, Fig. 6—7 d^2, Fig. 14. 15). Im Ektoderm sind die Zellen entsprechend der durchschnittlich bedeutenderen Höhe des Epithels schlauchförmig,

im Entoderm nähern sie sich dagegen zuweilen schon mehr der Ei- oder Kugelform. Durch fibrilläre Ausläufer an der Basis hängen sie wahrscheinlich in beiden Fällen mit dem Nervensystem zusammen. Im Entoderm beobachtet man die grösste Zahl von Drüsenzellen an dem Mittelstreifen der Mesenterialfilamente, welchem eine vorzugsweise secretorische Function zukommt (Taf. XXI, Fig. 10 u. 13); spärlicher finden sie sich an den übrigen Stellen, an den Septen, an der inneren Seite des Mauerblattes, der Mundscheibe und des Schlundrohrs. Im Ektoderm treten die Körnerzellen in grösseren Mengen im Bereich der Mundscheibe und des Schlundrohres (Taf. XIX, Fig. 6 u. 7) auf; die homogenen Drüsenzellen dagegen an dem Mauerblatt (Taf. XVIII, Fig. 5; Taf. XIX, Fig. 8).

3) Das grösste Interesse in histogenetischer Beziehung bietet uns das Muskelnervensystem dar, das bei den Actinien sich im Ektoderm und Entoderm in ziemlich gleichartiger Weise entwickelt hat. Es setzt sich aus denselben 3 histologischen Elementen zusammen, die wir schon bei dem Studium der Medusen als die von Anfang an vorhandenen Grundbestandtheile des Muskelnervensystems erkannt haben. Es sind daher in ihm zu unterscheiden 1) Muskel-, 2) Sinnes- und 3) Ganglienzellen, welche durch Nervenfibrillen unter einander zu einem einheitlichen System verbunden sind.

Die Muskelzellen sind je nach den einzelnen Actinienarten und bei diesen wieder je nach der Körpergegend in vierfach verschiedener Weise differenzirt. Die ursprünglichste und einfachste Form sind die Epithelmuskelzellen, das heisst Muskelzellen, die noch an der epithelialen Begrenzung des Körpers vollständig Theil nehmen. Bei den Actinien kommt diese Form, mit Ausnahme des Rötteken'schen Ringmuskels, überall im Entoderm vor (Taf. XXII, Fig. 8 und 11). An den Septen, an der entodermalen Seite des Schlundrohrs, des Mauerblattes, der Mund- und Fussscheibe, an der Innenseite der Tentakeln lernt man bald cubische, bald cylindrische, bald fadenförmige Epithelzellen kennen, die auf ihrem peripheren Ende entweder mit vielen Flimmern (Cerianthus Taf. XXIV, Fig. 5 u. 6) oder mit einer langen Geissel (Actinien) bedeckt sind und an ihrer verbreiterten Basis eine einzige glatte Muskelfaser ausgeschieden haben. Die Faser ist bei manchen Arten kurz, bei anderen aber erreicht sie eine bedeutende Länge. Als Bestandtheil des entodermalen Epithels ist auch der Körper der Epithelmuskelzelle mit Fettkörnchen und Eiweissconcretionen

dicht erfüllt oder er ist bei manchen Arten durch die parasitischen gelben Zellen aufgebläht.

Echte Epithelmuskelzellen werden im Ektoderm der Actinien zwar vermisst, doch tritt uns bei Cerianthus eine zweite Form des Muskelgewebes — wir nennen sie die intraepitheliale — entgegen, welche Form sich aus der zuerst besprochenen leicht ableiten und als ein nächst höherer Entwicklungszustand beurtheilen lässt (Taf. XXIV, Fig. 7). An den Tentakeln und am Mauerblatt von Cerianthus nämlich sind die nach Aussen von dem Mesoderm gelegenen glatten Muskelfasern in ihrer Mitte je mit einem langen spindelförmigen Zellenkörper versehen, der zwischen die Epithelzellen sich etwa bis zu ihrer Mitte hineinschiebt, aber an der Oberflächenbegrenzung selbst keinen Antheil mehr nimmt und an seiner Peripherie auch keine Flimmern mehr trägt. Die Muskelzellen sind daher halb aus dem ektodermalen Epithel ausgeschieden, halb gehören sie demselben noch an. Dadurch vermitteln sie einen Uebergang zwischen echten Epithelmuskelzellen und einer dritten Form des Muskelgewebes, welche ihrer Lage nach als die subepitheliale bezeichnet werden kann.

Das subepitheliale Muskelgewebe wurde im Ektoderm aller Actinien an den Tentakeln und an der Mundscheibe beobachtet. Hier sind die Muskelfasern lange, schmale Bänder, die auf ihrer nach dem Epithel gewandten Seite eine dünne Lage von Protoplasma und in dieser einen Kern besitzen (Taf XXI, Fig. 7). Das Muskelkörperchen, wie wir das Protoplasma plus Kern benennen können, entspricht dem Körper einer Epithelmuskelzelle und ist durch allmähliche Verkürzung und Ausscheidung aus dem Epithel entstanden zu denken.

Die vierte Form ist das mesodermale Muskelgewebe. Die einzelnen Elemente sind auch hier Fasern mit Protoplasma und Kern, sie liegen aber nicht einzeln neben einander im Mesoderm, wie die subepithelialen Fasern im Ektoderm, sondern sind zu Bündeln vereint, deren Peripherie von den Muskelfibrillen, deren Axe von den dazu gehörigen Kernen und Protoplasma, den Muskelkörperchen, eingenommen wird (Taf. XVIII, Fig. 11 u. 12). Jedes Bündel ist von mesodermalem Bindegewebe umhüllt. Hier liegt somit eine ähnliche Bildung wie bei höheren Thieren vor, nur hat sich um das Muskelprimitivbündel noch nicht das angrenzende Bindegewebe zu einer besonderen Scheide, einem Sarcolemm, differenzirt.

Wenn wir jetzt von der Form der einzelnen Muskelzellen, die

wir in vier histogenetisch wichtigen Modificationen kennen gelernt haben, zu der Anordnung derselben in Muskellagen übergehen, so finden sich auch hier wieder verschiedene Einrichtungen vor, die von einander abgeleitet und als Glieder einer continuirlichen Entwicklungsreihe dargestellt werden können. Im einfachsten Falle sind benachbarte Muskelfasern parallel zu einander in der Weise angeordnet, dass sie zwischen Epithel und Mesoderm eine zusammenhängende glatte Lage bilden (Taf. XIX, Fig. 2 u. 5 m). Eine derartige einfache Muskellamelle kann entweder aus Epithelmuskelzellen oder aus intraepithelialen oder aus subepithelialen Elementen bestehen; sie wurde an der entodermalen und ektodermalen Seite der Tentakeln vieler Actinien, sowie im Bereich des ganzen Entoderms bei Cerianthus und Zoanthus angetroffen. Von dieser ursprünglichen Anordnungsweise aus findet eine Weiterentwicklung in der Weise statt, dass sich die Muskellamelle in zahlreiche Falten legt. Die nach der freien Körperoberfläche zu entstehenden Thäler und Berge werden ausgeglichen, weil das über den Fasern liegende Epithel eine verschiedene Dicke annimmt und mit kurzen Zellen die Höhe der Falten bedeckt und mit langen Zellen die Tiefe der Thäler ausfüllt (Taf. XIX, Fig. 3, 17, 18 m). Ebenso passt sich das Mesoderm allen Veränderungen der Muskulatur an, dringt in die Falten hinein und dient ihnen zur Stütze. Die Untersuchung verschiedener Körpertheile und verschiedener Actinienarten hat uns mit zahlreichen Graden in der Einfaltung der Muskellamelle bekannt gemacht. Am meisten gefaltet war dieselbe bei den Actinien im Bereich des Entoderms, wie uns die Muskelfahnen an den Septen (Taf. XVIII, Fig. 4, Taf. XVII, Fig. 2—4, 6, 10) und der Rötteken'schen Ringmuskel von Tealia (Taf. XVII, Fig. 9) lehrten. Diesen Vorkommnissen schliesst sich ferner der Ringmuskel von Anthea cereus an, welcher sehr unansehnlich ist und daher leicht übersehen werden kann, im Uebrigen aber sich wie bei Tealia dicht nach aussen von den Tentakeln (zwischen diesen und den Bourses marginales) vorfindet. Bei Cerianthus dagegen bot uns die ektodermale Muskulatur sowohl am Mauerblatt als an der Mundscheibe (Taf. XXIV, Fig. 11 u. 15) interessante Beispiele dar. In allen diesen Fällen sind durch Einfaltung Muskelblätter entstanden, die sich senkrecht zur Körperoberfläche stellen, eine ansehnliche Höhe erreichen können und wie die Blätter eines Buches dicht an einander gepresst sind. Jedes Blatt erhält vom Mesoderm her eine dünne bindegewebige Stützlamelle, welche auf beiden Seiten von Muskelfasern bedeckt wird. Die Muskel-

blätter sind entweder einfach (Cerianthus), oder sie sind seitlich noch mit kleineren secundären Blättern besetzt (Muskelfahnen der Septen, Ringmuskel).

Durch Einfaltung einer ursprünglich einfachen Muskellamelle lässt sich ferner auch die schon besprochene Anordnungsweise der mesodermalen Muskulatur erklären. Wenn die Thäler zwischen den Falten nach Aussen durch Verwachsung der Ränder abgeschlossen werden, entstehen kreisrunde oder abgeplattete Röhren von Muskelfasern, die ringsum von der Stützsubstanz eingehüllt sind. Ihrer definitiven Lage nach müssen sie zum Mesoderm oder zu der mittleren Körperschicht gerechnet werden, mit Rücksicht auf ihre Entwicklung aber gehören sie einem der beiden Grenzblätter, dem Ektoderm oder dem Entoderm an. Bei den Actinien lernten wir im Ganzen nur 4 hierher gehörige Fälle kennen, von denen indessen ein jeder etwas Besonderes darbot. Nur in einem Falle, an den Tentakeln von Tealia crassicornis (Taf. XVIII, Fig. 12), waren die Muskeln aus dem Ektoderm entstanden, in den anderen Fällen, welche durch die Ringmuskeln von Tealia crassicornis, Actinoloba dianthus und Sagartia parasitica geliefert werden, leiteten sie ihren Ursprung vom Entoderm her. Bei Tealia crassicornis ist ein kleiner Theil der Muskulatur durch Abschnürung in das Mesoderm übergetreten (Taf. XVIII, Fig. 9), bei Actinoloba dianthus der gesammte Ringmuskel (Fig. 11). Das Letztere gilt auch von Sagartia parasitica, auf welche wir genauer eingehen wollen, da wir sie im speziellen Theil nicht berücksichtigt haben.

Der Ringmuskel von Sagartia parasitica liegt in der Stützlamelle des Mauerblattes da, wo dieselbe sich in die Mundscheibe fortsetzt, also unmittelbar nach aussen von den Tentakeln. Trotz seiner Mächtigkeit veranlasst er keinen Wulst, wie es bei Tealia und Actinoloba der Fall ist, weil er in der Stützlamelle ganz vergraben liegt und weil diese, bei Sagartia parasitica schon an und für sich sehr stark, am oberen Ende des Thieres allmählig an Dicke zunimmt. Die verborgene Lage bringt es mit sich, dass der Muskel von conservirenden Reagentien nur schwer erreicht und daher durch Quellung häufig so sehr verändert wird, dass man die Muskelfibrillen nicht mehr erkennen kann.

Der Muskel ist sowohl vom Entoderm als vom Ektoderm durch eine breite Schicht von Bindesubstanz getrennt; er ist somit von seinem Mutterboden, dem Entoderm, so vollständig losgelöst, dass nur die Vergleichung mit den übrigen Actinien noch seinen entodermalen Ursprung errathen lässt.

Schon bei der Betrachtung mit schwachen Systemen kann man im Muskel zwei Partieen unterscheiden, von denen die eine nach dem Ektoderm, die andere nach dem Entoderm zu liegt. Die letztere ist die ansehnlichste und bildet bei grossen Thieren auf dem Querschnitt eine lange und breite Masse, die sich nach abwärts zu einem Zipfel zuspitzt; sie wird durch quer verlaufende starke Bindegewebszüge in lauter ovale oder keilförmige Stücke zerlegt. Jedes solches Stück besteht wieder aus einzelnen Muskelprimitivbündeln, die durch dünne Scheidewände gegen einander abgegrenzt werden. So entsteht ein Bild ganz ähnlich dem Bild eines quer durchschnittenen Wirbelthiermuskels. Freilich überwiegen im Muskelprimitivbündel das Protoplasma und die zugehörigen Kerne bedeutend, während die Muskelfibrillen nur eine dünne, einschichtige, an die Bindesubstanz grenzende Lage zusammensetzen.

Die zweite Partie des Muskels unterscheidet sich dadurch, dass die Complexe von Primitivbündeln durch breitere Brücken von Bindesubstanz von einander getrennt werden; die Bindesubstanz kann sogar so sehr überwiegen, dass die Primitivbündel von einander isolirt werden und dann einzeln oder zu kleineren Gruppen vereint in der Stützlamelle geborgen sind.

Die Vergleichung von jüngeren und älteren Thieren lehrt ferner, dass der Muskel beim Wachsthum eine bedeutende Volumszunahme erfährt. Da nun die breite bindegewebige Scheidewand, welche sich zwischen die Ringfasern des Entoderms und den Muskel einschiebt, die Annahme ausschliesst, dass die Volumszunahme durch Muskelfasern bedingt werde, welche aus dem Entoderm ausscheiden und in die Tiefe rücken, so bleibt nur die zweite Annahme übrig, dass der Muskel in sich selbst wächst. Eine genauere Prüfung führt demgemäss auch zu dem Resultat, dass die Primitivbündel eine Vermehrung erfahren. Ihre Querschnitte ergeben nur zum Theil rundliche, kreisförmige oder ovale Figuren, zum Theil bilden sie vielfach eingeschnürte und gelappte Formen. Jedes Bündel wächst in derselben Weise, wie die Muskellamellen an anderen Orten des Actinienkörpers, dadurch, dass seine Oberfläche sich einfaltet. Die eingefalteten Partieen werden sich wahrscheinlich abschnüren, so dass neue Primitivbündel durch Abspaltung von vorhandenen hervorgehen. Für diesen Process spricht einmal die Analogie mit den Vorgängen, wie sie überhaupt beim Wachsthum der Muskeln im Körper der Actinien maassgebend sind, und ferner die Beobachtung, dass die an einer Stelle eingefalteten Bündel,

wenn man sie in ihrem weiteren Verlauf verfolgt, in mehrere Theile sich gabeln. Man kann dies schon auf dickeren Querschnitten sehen, wenn man durch Veränderung der Einstellung sich abwechselnd tiefere und höhere Schichten zur Anschauung bringt; dann sieht man, dass Bündel in zwei oder mehrere kleinere Bündel zerfallen. Wir brauchen wohl kaum besonders hervorzuheben, wie sehr die erörterten Verhältnisse zu Gunsten der Ansicht sprechen, dass auch bei den höheren Thieren die Muskeln durch Theilung der Primitivbündel wachsen.

Ueber die Bedeutung, welche der Einfaltung und der Abschnürung der Muskulatur zukömmt, wird man keinen Augenblick zweifelhaft sein können. Durch den so klar gekennzeichneten Entwicklungsprocess, der sich in verschiedenen Modifikationen abspielt, wird auf einem gegebenen Raum eine beträchtliche Zunahme der Muskelmasse ermöglicht, ohne dass in Folge derselben eine Vergrösserung der Körperoberfläche nothwendig geworden wäre. Es erfährt daher auch beim Wachsthum der Muskellamelle die darüber gelegene Epithelschicht keine Vergrösserung in der Fläche, sondern sie passt sich nur in der Form ihrer Zellen den entstehenden Niveaudifferenzen an.

Das soeben erläuterte Princip des Muskelwachsthums zeigt sich nicht allein auf die Actinien beschränkt, sondern kann in ähnlicher Weise auch sonst noch im Thierreich beobachtet werden. Coelenteraten und Würmer bieten uns Beispiele in reicher Auswahl dar. Verschiedene Grade der Einfaltung einer Muskellamelle haben wir (67 u. 68a) schon früher bei den craspedoten Medusen, bei Carmarina und bei Aequorea, und hat gleichzeitig Claus (60) bei Siphonophoren beschrieben. In's Mesoderm eingebettete Röhren von Muskelfasern kennen wir aus eigener Anschauung von den Tentakeln der Charybdeiden, an denen sie Claus (59) zuerst nachgewiesen hat; wir kennen sie ferner von den Lucernarien, von denen sie Kling (74) und Taschenberg (92) abgebildet haben. Aehnliche Verhältnisse zeigt uns die Muskulatur der Würmer, auf welche einer von uns in einer anderen Arbeit demnächst zurückkommen wird. Alle diese Befunde lehren übereinstimmend, dass ursprünglich die Muskelfasern in der Fläche in Lamellen angeordnet sind, dass das Muskelwachsthum mit Einfaltung beginnt und seinen Abschluss dadurch findet, dass von Bindegewebe umschlossene Muskelbündel entstehen. Die weite Verbreitung dieser in allen Einzelheiten übereinstim-

menden Vorgänge deutet darauf hin, dass wir es mit einem gesetzmässigen Process von allgemeinster Bedeutung zu thun haben.

Der zweite wesentliche Bestandtheil des Nervenmuskelsystems sind die Sinneszellen, Elemente von ganz derselben Form, wie wir sie schon früher bei den Medusen nachgewiesen haben (Taf. XX, Fig. 1—4a). Es sind zarte Fäden, in denen der Kern eine kleine Anschwellung bedingt, welche an der Peripherie ein Haar tragen und an der Basis gewöhnlich in zwei feine Nervenfibrillen übergehen, die ihrerseits noch weitere Ausläufer abgeben können. Ueberall am Actinienkörper stimmen sie in ihren äusseren Merkmalen überein; nirgends haben sie sich, wie es bei den Medusen allgemein der Fall ist, zu specifischen Sinnesorganen, sei es zu Hörorganen oder zu primitiven Augen oder zu besonderen Tastapparaten, weiter entwickelt. Der hierin zu Tage tretende geringe Differenzirungsgrad findet einen weiteren Ausdruck in der gleichmässigen Verbreitung der Sinneszellen. Diese sind in beiden Körperschichten fast überall, wenn auch an einzelnen Stellen in grösserer Anzahl als an anderen, nachzuweisen. Im Ektoderm finden sie sich besonders reichlich an den Tentakeln und an der Mundscheibe, während sie am Mauerblatt und an der Fussscheibe fast ganz fehlen; im Entoderm werden sie häufiger an den Mesenterialfilamenten beobachtet, dagegen an der Innenseite der Tentakeln, an den Septen etc. nur vereinzelt.

Die Muskelzellen und Sinneszellen, gleichsam die beiden Pole des Nervenmuskelsystems, werden untereinander verbunden durch einen dritten wesentlichen Bestandtheil, durch Ganglienzellen und Nervenfibrillen. An manchen Orten bilden diese eine zusammenhängende ziemlich gleichmässig entwickelte Nervenschicht, an anderen Orten wieder erscheinen sie nur als einzelne Faserzüge, die unter einander zu einem Plexus vereinigt sind. Nervenschicht und Nervenplexus lagern überall unter dem Epithel und auf der Muskelfaserlamelle (Taf. XIX, Fig. 5 u. 7n) oder wo letztere fehlt (Schlundrohr (Taf. XIX, Fig. 6), Mauerblatt) zwischen Epithel und Mesoderm. Die Ganglienzellen (Taf. XX, Fig. 6—10) sind mit zwei, drei oder vielen Ausläufern versehen (bi-, tri- und multipolare Elemente), theils sind sie von geringer, theils von recht ansehnlicher Grösse und stellen dann in letzterem Fall nächst den Eiern die grössten Zellen im Körper der Actinien vor. Derartige Formen wurden von uns namentlich im Bereich der Mund-

scheibe und an denjenigen Orten im Entoderm beobachtet, wo die Muskulatur durch Einfaltung sich mächtiger entwickelt hatte.

Unter den Ganglienzellen zeichnen sich einige durch eine bemerkenswerthe Gestalt aus. Ihr Körper springt nämlich buckelförmig über die Nervenschicht hervor, ja er verlängert sich sogar manchmal noch in einen stumpfen kurzen Fortsatz, der sich zwischen die Epithelzellen hineinschiebt (Taf. XIX, Fig. 12, z). Letzteres scheint uns darauf hinzudeuten, dass auch die Ganglienzellen gleich den Muskelzellen ursprünglich Bestandtheile des Epithels und von Sinneszellen nicht zu unterscheiden gewesen sind.

Wenn wir jetzt die über die Verbreitung des Nervensystems ermittelten Thatsachen zusammenfassen, so ergibt sich uns etwa folgendes Gesammtbild. Am besten entwickelt ist das Nervensystem im Bereiche der Mundscheibe, wo es am ehesten noch als eine Art von Centralorgan bezeichnet werden kann (Taf. XX, Fig. 6 u. 7). Es stellt eine ansehnliche, zwischen dem ektodermalen Epithel und der Muskulatur gelegene Schicht dar, in welcher sich dünnere und stärkere Fibrillen nach allen Richtungen durchkreuzen und ein unentwirrbares, dichtes Flechtwerk bilden. In diesem trifft man kleinere und grössere Ganglienzellen in grosser Zahl an. Dieselben sind am reichlichsten zwischen den Tentakeln angehäuft und ferner in Streifen, die von den Basen der Tentakeln in radialer Richtung nach dem Munde hinlaufen.

An der Peripherie der Mundscheibe nimmt die peristomale Nervenschicht die Fibrillen auf, die einestheils von den Tentakeln, anderntheils von dem Mauerblatte herkommen. An den Tentakeln liegt zwischen Epithel- und Muskellamelle eine zusammenhängende, zwar dünnere, aber immerhin noch ganz ansehnliche Nervenschicht, in welcher nur wenige und kleine Ganglienzellen eingebettet sind (Taf. XIX, Fig. 5n). Am Mauerblatt und an der Fussscheibe dagegen nimmt die Nervenmasse, wenn wir von Cerianthus absehen, an Masse in ganz auffälliger Weise ab und wird auf einzelne unbedeutende Züge reducirt, die untereinander plexusartig verbunden sind. Bei Cerianthus ist dies nicht der Fall (Taf. XXIV, Fig. 11). Im Zusammenhang mit der starken Entwicklung einer ektodermalen Muskulatur (m) am Mauerblatt ist auch die Nervenschicht (n) in derselben Stärke wie an der Mundscheibe zur Ausbildung gelangt.

Centralwärts setzt sich die peristomale Nervenschicht am Mundrand auf das Schlundrohr (Taf. XIX, Fig. 6 und Taf. XXIV,

Fig. 16) fort und erscheint hier gleichfalls als eine dichte Lage (n) von gekreuzten Fibrillen, die bei dem Mangel ektodermaler Muskelfasern unmittelbar an das Mesoderm angrenzt. Ganglienzellen werden in ihr fast ganz vermisst.

Vom unteren Rand des Schlundrohrs an beginnt der entodermale Theil des Nervensystems, in welchem wir nicht mehr ausgedehnte Schichten, sondern mehr plexusartig untereinander verbundene Züge von Nervenfibrillen antreffen. Unter diesen sind von besonderer Stärke die Stränge, welche unter dem Drüsenstreifen der Mesenterialfilamente verlaufen und bei allen vollständigen Septen mit der Nervenschicht des Schlundrohrs in unmittelbarster Verbindung stehen (Taf. XXI, Fig. 10. 13. 15n und Taf. XXIV, Fig. 3n). Von den Mesenterialfilamenten gehen Fibrillen auch auf die Acontien über (Taf. XXI, Fig. 11 u. 12n). Von den eben genannten Strängen abgesehen werden die Nervenbündel des entodermalen Plexus von einer verhältnissmässig kleinen Anzahl von Fibrillen gebildet und sind sie am ansehnlichsten noch an den Stellen, an welchen die Muskulatur am besten entwickelt ist (Taf. XXII, Fig. 6 u. 7). Grössere und kleinere, bipolare und multipolare Ganglienzellen sind in den Verlauf der Bündelchen eingebettet. Auch der entodermale Plexus liegt unmittelbar der Muskellamelle auf, d. h. er windet sich zwischen den Basen der Epithelzellen hindurch, da wo sich dieselben mit den Muskelfasern verbinden.

Wie aus unserer kurzen Zusammenfassung klar hervorgeht, steht das Nervensystem bei den Actinien noch auf einer tieferen Stufe als bei den craspedoten Medusen. Denn während es sich bei diesen am Schirmrand in Form eines Stranges zu einer Art Centralorgan localisirt hat, ist es bei den Actinien noch mehr gleichmässig über die ganze Körperoberfläche und zwar sowohl im Ektoderm als auch im Entoderm verbreitet. Wir werden wohl nicht irren, wenn wir das Fehlen einer grösseren Centralisation der Nervenelemente mit der geringen Entwicklung der Sinnesorgane in einen ursächlichen Zusammenhang bringen und uns zur Begründung dieser Ansicht auf die bei den Medusen und Actinien erhaltenen Befunde stützen. Denn auch in der Entwicklung der Sinnesorgane besteht zwischen beiden Abtheilungen ein Gegensatz; bei den Actinien sind indifferente Sinneszellen ziemlich gleichmässig über die Körperoberfläche vertheilt, bei den Medusen dagegen sind sie am Schirmrand besonders reichlich angehäuft und gruppenweise zu besonderen specifischen Sinnesorganen verbunden, wodurch die Ausbil-

dung eines Nervenrings wohl in erster Linie veranlasst worden sein mag.

Die im letzten Abschnitt zusammengefassten Thatsachen über das Nervenmuskelsystem der Actinien bieten uns einen neuen Beweis für die Richtigkeit der Principien, die wir in unseren Medusenarbeiten (67. p. 163—174) entwickelt haben; sie zeigen uns, dass die Neuromuskeltheorie, wie sie zuerst von Kleinenberg (73) aufgestellt und von vielen Seiten mit Beifall aufgenommen wurde, nicht haltbar ist. Bei den Actinien setzt sich ja der grösste Theil der Muskulatur aus Epithelmuskelzellen, wie bei Hydra, zusammen. Jeder Anhänger der früheren Theorie, der eine solche Zelle erblickt (Taf. XXII, Fig. 8a) und mit den anderweitigen histologischen Verhältnissen nicht bekannt ist, würde wohl sofort der Meinung sein, dass der Zellkörper mit der Geissel, welcher den Reiz empfängt, Sinneszelle sei, dass der Verbindungsfaden den Nerven repräsentire, welcher den Reiz auf den contractilen basalen Zellabschnitt übertrage. Wie falsch es nun ist anzunehmen, dass alle Theile des Nervenmuskelsystems höherer Thiere in so beschaffenen Zellen vereint seien und später sich aus ihnen durch Theilung differenzirt und zu selbständigen Muskel, Sinnes- und Ganglienzellen entwickelt hätten, das ist hier klar ersichtlich, da neben den sogenannten Neuromuskelzellen bereits schon selbständige Sinnes- und Ganglienzellen und Nervenfasern bei den Actinien vorhanden sind.

Der Neuromuskeltheorie ist kürzlich ein neuer Verfechter erstanden. Professor Eimer ist in seinem 1879 [1]) erschienenen Buch

[1]) An mehreren Stellen seines Buches kömmt Herr Eimer auf uns und unsere Arbeiten in einer Weise zu sprechen, die uns zu einigen Bemerkungen nöthigt, theils zur Abwehr persönlicher Beleidigungen, theils zur Richtigstellung des Verhältnisses, in welchem unsere beiderseitigen Untersuchungen zu einander stehen.

In der Anmerkung auf Seite 93 hebt Herr Eimer die loyale Weise hervor, in welcher Romanes den von Eimer mit ihm begonnenen Prioritätsstreit behandelt hat, und äussert eine herzliche Freude darüber, „dass die in unserer Literatur nicht seltenen Beispiele entgegengesetzter Art durch Männer aufgewogen werden, welche jene Art von „Streben“, die auf Kosten der Rechte Anderer Erfolg zu gewinnen sucht, verschmähen und welche an Vorarbeiten in wissenschaftlichen Fragen nicht eine wegzuräumende Concurrenz sehen im Sinne des Gewerbes!“ Warum Herr Eimer es für nöthig befunden hat, seiner Freude so beredten Ausdruck zu leihen, geht aus einer zweiten Anmerkung S. 273 hervor, in welcher er uns vorwirft, dass wir uns „in der auf Seite 93 bezeichneten Weise zu seinen Arbeiten

über die Medusen der Ansicht: dass „abgesehen von der Einrichtung des Neuromuskelsystems bei Beroë die von ihm bei den

gestellt hätten“. Wozu dieses Verstecken spielen! Wer Gegnern niedrige Motive vorwerfen will, möge auch den moralischen Muth besitzen, es in offener Weise zu thun! Gegenüber solchen Angriffen giebt es keine Worte der Verständigung und bedarf es keiner Worte der Vertheidigung.

Was nun ferner den von Herrn Eimer uns octroyirten Prioritätsstreit anlangt, so möge er denselben mit gleicher Geschäftigkeit fortsetzen, mit dem er ihn begonnen und bisher geführt hat. Er möge so viel er will, hervorheben, dass er „die Grundzüge der Carmarina zukommenden Einrichtungen zuerst veröffentlicht habe“ und „dass andere Arbeiten (Hertwig, Boehm) eine Bestätigung (!) seiner Arbeiten geliefert hätten“, wie er dies zur Genüge — wir haben nicht gezählt wie oft, es kommt aber eine erkleckliche Anzahl zusammen — in seiner neuesten Publication gethan hat. Wir begnügen uns dem gegenüber hier seine und unsere Publicationen in chronologischer Ordnung aufzuführen.

1. Th. Eimer. „Ueber künstliche Theilbarkeit von Aurelia aurita und Cyanea capillata in physiologische Individuen.“ Zoologische Untersuchungen. Würzburg 1874. Heft 1.

Die kleine Schrift handelt über physiologische Experimente an Medusen, auf die in unserer Monographie Seite 125 und 134 Bezug genommen wird. Ueber morphologische Verhältnisse finden sich nur einige Sätze, die von uns Seite 118 wörtlich citirt worden sind und bestimmte Angaben nur über das Vorkommen von Nervenfasern und Ganglienzellen in der Gallerte enthalten, Angaben, welche nach der übereinstimmenden Ansicht von Claus, Schäfer und uns falsch sind.

2. Th. Eimer. Weitere Nachrichten über den Bau des Zellkerns. Archiv f. mikroskopische Anatomie. Bd. 14. 1877. pag. 94.

Verfasser spricht hier gelegentlich von besonderen Kernformen, die in Sinneszellen und Ganglienzellen von Carmarina von ihm beobachtet worden sind.

3. Oscar und Richard Hertwig. Ueber das Nervensystem und die Sinnesorgane der Medusen. Jenaische Zeitschrift. Bd. XI. 1877. pag. 355.

Die Schrift, welche auf 20 Seiten eine kurze Zusammenfassung unserer Resultate enthält, ist vom 14. Juli 1877 datirt, an welchem Tag sie der Redaction der Jenaischen Zeitschrift eingereicht wurde. Professor Eimer erhielt von uns, wie er selbst mittheilt, einen Separatabdruck am 10. October 1877. Das Heft der Zeitschrift wurde im November 1877 verausgabt.

4. Th. Eimer. Ueber künstliche Theilbarkeit und über das Nervensystem der Medusen. Vortrag gehalten am 21. September auf der Münchener Naturforscherversammlung. Amtlicher Bericht der fünfzigsten Versammlung deutscher Naturforscher und Aerzte. München 1877 pag. 182. Nochmals abgedruckt und mit einem Zusatz versehen im Archiv f. mikroskop. Anatomie Bd. 14. 1877.

Medusen geschilderten morphologischen Thatsachen die Neuromuskelhypothese zur durchaus berechtigten Theorie gestal-

---

In dem vom 17. October datirten Zusatz nimmt Eimer schon auf unsere Schrift Nr. 3 Bezug und sieht in ihr eine rasche Bestätigung (!) seiner Untersuchungen, wobei er uns vorwirft, dass wir seinen Verdiensten nicht die gebührende Anerkennung gezollt hätten. Man sehe unsere Erwiderung. Monographie Seite 160.

5. Oscar und Richard Hertwig. Das Nervensystem und die Sinnesorgane der Medusen, monographisch dargestellt. 1878. (Wurde Ende Februar 1878 verausgabt.)

6. Oscar und Richard Hertwig. Der Organismus der Medusen und seine Stellung zur Keimblättertheorie. Jena 1878. (Im Juli verausgabt.)

In der ersten der beiden zuletzt genannten Schriften haben wir Eimer's vorläufige Mittheilung (No. 4) im Literaturverzeichniss mit aufgeführt, die Resultate dagegen nicht besprochen, weil der die Beobachtungen enthaltende Theil unserer Arbeit schon vorher in den Besitz unseres Herrn Verlegers übergegangen war. Aus Gefälligkeit noch in einem Nachtrag auf die vorläufige Mittheilung einzugehen sahen wir uns um so weniger veranlasst, als Herr Eimer schon damals ganz unerwarteter Weise beleidigende Angriffe gegen uns richtete. In der zweiten Schrift (Nr. 6), die 5 Monate später erschienen ist, haben wir Herrn Eimer an allen den Stellen erwähnt, an denen sich unsere Arbeitsgebiete berührten. Hierüber schreibt Herr Eimer: „In der Monographie der Medusen und in der folgenden Abhandlung (der Organismus etc.) werden meine vor den ihrigen veröffentlichten Nachrichten über das Nervensystem der Medusen, trotzdem, oder weil diese mit jenen in so hohem Grade zusammenfallen, vollkommen ignorirt oder nur da angezogen, wo die Jenaer Autoren glauben, mir einen Makel anhängen zu können. Dass solches Verfahren mit der Wissenschaft nichts zu thuen hat, dass das Ignoriren meiner Untersuchungen speciell in einem Buche, welches sich Monographie des Nervensystems der Medusen nennt, und besonders unter den gegebenen Umständen nur eine Deutung zulässt, ist klar.“ Diese ganze Verdächtigung ist nur dadurch ermöglicht, dass Herr Eimer seinen Lesern gegenüber verschweigt, dass zwischen der Arbeit, in welcher wir ihn nicht citirt haben (Nr. 5) und der Arbeit, in welcher wir ihn citirt haben (Nr. 6), ein Zwischenraum von 5 Monaten liegt.

7. Th. Eimer. Die Medusen physiologisch und morphologisch auf ihr Nervensystem untersucht. Obwohl dieses Werk im Buchhandel erst im Februar 1879 erschienen ist, trägt es trotzdem auf seinen Titelblättern die Jahreszahl 1878. Schon im zoologischen Anzeiger ist daher mit Recht die Jahreszahl 1878 in 1879 corrigirt worden. Herr Eimer indessen citirt noch in einer kürzlich erschienenen Arbeit Archiv f. mikroskopische Anatomie Bd. 17. pag. 214. Anm. 2 die falsche Jahreszahl 1878.

Wir haben in dem Verzeichniss Eimer's Arbeit über Beroë nicht erwähnt. (Zoologische Studien auf Capri. I. Ueber Beroë ovatus.

ten". Er findet keinen Widerspruch darin, dass er einen wohl entwickelten Nervenplexus und auch ächte Neuromuskelzellen gleichzeitig in der Subumbrella der Medusen beschreibt. Wir denken, wie gesagt, anders über diesen Punkt. Nach der Theorie Kleinenberg's sind die Neuromuskelzellen Elemente, in welchen die Anlagen der Muskulatur und des Nervensystems noch vereint sind. Demnach erscheint es uns ganz selbstverständlich, dass von Neuromuskelzellen da nicht mehr die Rede sein kann, wo besondere nervöse Elemente, Sinneszellen, Nervenfasern, Ganglienzellen, nachgewiesen worden sind. Es scheint uns selbstverständlich, dass die „Neuromuskelzellen" nichts anderes als nur im Epithel gelegene Muskelzellen sind.

Es ist wohl hier der geeignetste Ort auch auf

Die Physiologie des Nervenmuskelsystems

einzugehen und das Wenige, was wir über diesen Gegenstand wissen, zusammenzustellen. Vielleicht tragen die Bemerkungen dazu bei, zu neuen Beobachtungen und Experimenten anzuregen.

Alle Beobachter stimmen darin überein, dass die Fleischpolypen gegen Reize im Grossen und Ganzen äusserst empfindlich sind und auf dieselben durch energische Muskelcontraction in der lebhaftesten Weise reagiren. Wenn man zum Beispiel einen einzigen Tentakel von Sagartia parasitica berührt, so hat dies schon zur

---

Ein Beitrag zur Anatomie der Rippenquallen. 1873.) Indessen gerade auf diese legt der Herr Verfasser beim Geltendmachen seiner Prioritätsansprüche ganz besonderen Werth; diese Arbeit haben wir ja nach seiner Ansicht vornehmlich in den Hintergrund drängen wollen, als „wir uns des Breiteren darüber ausliessen, welche morphologischen Erwägungen uns zur Behandlung des Themas veranlasst haben". Wir haben schon früher erklärt, „dass wir aus Eimer's Untersuchung über Beroë auch nicht irgend welche Anregung zur Bearbeitung des Nervensystems der Medusen empfangen haben", und können nur bedauern, dass Herr Eimer kein Verständniss besessen hat für die schonende Form, in welche wir, obwohl schon damals ohne jede Veranlassung in verletzender Weise angegriffen, unser Urtheil gekleidet haben. So sehen wir uns denn genöthigt zu erklären, dass wir in unseren morphologischen Vorstellungen nicht im Geringsten durch eine Arbeit beeinflusst worden sind, welche wegen des Gemisches von guten und schlechten Beobachtungen, wegen der Willkür in den Deutungen und der noch grösseren Willkür in den Schlussfolgerungen uns von Anfang an als wenig Zutrauen erweckend erschienen ist. Einer späteren Abhandlung bleibe es vorbehalten zu zeigen, dass das Nervenmuskelsystem der Ctenophoren und das Nervenmuskelsystem der Medusen sehr wesentlich von einander unterschieden sind.

Folge, dass plötzlich nicht allein der ganze Tentakelkranz, sondern auch die Mundscheibe eingezogen wird und der Rand des Mauerblattes sich schützend über diese Theile herüberlegt. Nach kurzer Zeit werden die contrahirten Organe dann wieder langsam entfaltet. Man kann dies Experiment häufig wiederholen: Zusammenziehung und Entfaltung äussern sich immer in der gleichen Weise. Stärkeren Reizen entsprechen stärkere Contractionen. Durch äusserste Zusammenziehung der ganzen Muskulatur kann das Volum des Körpers um das 3—5fache verringert werden, indem die im Inneren enthaltene Flüssigkeit durch den Mund und die Poren der Tentakeln und des Mauerblattes entleert wird. Bei Sagartia werden dann auch aus den Cinclides die Acontien zur Vertheidigung urplötzlich nach Aussen hervorgeschnellt. Bei so starker Reizung verstreicht stets längere Zeit, ehe das Thier sich wieder ausdehnt und die Tentakeln in normaler Weise entfaltet. Nicht minder lebhaft reagiren auch die Cerianthiden, wenn sie beunruhigt werden; schon auf eine leise Erschütterung des Wassers hin ziehen sie sich mit ihrem Tentakelkranz in den Hintergrund der im Sande verborgenen Schleimröhre zurück, um erst nach einiger Zeit wieder an die Oberfläche hervorzukommen. Dieses Zurückziehen, bemerkt Jules Haime (20. p. 348), geschieht mit der grössten Präcision und Schnelligkeit und erinnert ganz an ähnliche Handlungen höherer Thiere wie der Serpulen und Sabellen.

Wenn man bei Sagartia und Cerianthus nur partielle Contractionen einzelner Theile hervorrufen will, muss die Berührung schon sehr langsam geschehen und schwach sein. Doch kann man es erreichen, dass nur ein einziger Tentakel sich krümmt und zusammenzieht. Am besten kann man dies bei weniger empfindlichen Actinien wie den Antheen oder bei den empfindlichen Arten, wenn sie halb chloroformirt sind, beobachten. Bei Anthea zieht sich auf Berührung gewöhnlich nur der zunächst betroffene Tentakel zusammen, erst wenn man einen Tentakel quetscht, wird eine Contraction aller übrigen hervorgerufen.

Die Sensibilität ist ferner bei den Actinien nicht an allen Körperstellen gleich gross. Wie Heider (21. p. 387) ganz richtig bemerkt hat, genügt bei den Sagartien eine schwache Berührung eines Tentakels oder der Mundscheibe, um eine kräftige Contraction hervorzurufen, während das Thier gar nicht reagirt, wenn man bei klaffendem Munde vorsichtig ohne die Lippen zu berühren, mit einem Stabe in das Magenrohr, ja bis in die Körperhöhle fährt. Ebenso zeigt das Mauerblatt eine im Verhältniss zur Mund-

platte geringe Sensibilität. Diese ungleiche Empfindlichkeit der Körperoberfläche stimmt auf das Beste mit den anatomischen Resultaten unserer Untersuchung, mit der Vertheilung der Sinneszellen und der Nervenschicht, überein.

Beobachtungen an Sagartia parasitica weisen deutlich darauf hin, dass den Actinien auch ein gewisses Unterscheidungsvermögen für die Qualität des Reizes, wie z. B. für die Art der Berührung, zukömmt. Bekanntlich leben die Sagartien auf den Muschelschalen angeheftet, in welche die Bernhardskrebse sich eingenistet haben, und sie lassen sich von diesen mit herumtragen. Hier ist es nun auffällig zu sehen, dass die Sagartien gegen alle Erschütterungen, die durch die Bewegungen des mit der Muschel und dem Ansiedler schwer bepackten Krebses hervorgerufen werden, gleichgültig sind. Mögen die Tentakeln an anderen Gegenständen vorbeistreifen, es wird hierdurch keine Zusammenziehung des ganzen Tentakelkranzes hervorgerufen, während eine solche doch eintritt, wenn ein anderes Thier die Sagartia berührt.

Weiter muss hervorgehoben werden, dass die Fleischpolypen auch gegen Licht empfindlich sind; ja manche Arten wie Edwardsia, Cerianthus und Cladactis reagiren auf dasselbe in einer sehr auffälligen Weise. Die erste darauf bezügliche Beobachtung hat uns Quatrefages (35. p. 76) mitgetheilt. Wenn er plötzlich auf schön ausgedehnte Edwardsien vermittelst einer Linse concentrirtes Lampenlicht einfallen liess, zogen sie rasch ihre Tentakeln ein, aber bald entfalteten sie dieselben von Neuem. Eine noch deutlichere Wirkung beobachtete Jules Haime (20. p. 348) bei Exemplaren von Cerianthus. Wenn er dieselben directem Sonnenlicht aussetzte, erhoben sie plötzlich ihre Tentakeln und näherten sie einander, aber sie breiteten sie darauf nur sehr unvollständig wieder aus. Il était visible, fügt Jules Haime hinzu, que cette sensation les gênait, et qu'ils ne s'y accoutumaient qu'avec difficulté. J'ai eu plusieurs fois l'occasion de remarquer dans le port de Mahon que, lorsque le ciel est sans nuages, ils ne se montrent pas en plein midi, au moins pendant l'été, et restent cachés dans leurs tubes jusqu'à ce que le soleil ait perdu un peu de son éclat. Sehr empfindlich gegen Licht ist endlich auch die Cladactis Costae, eine schöne in grösseren Tiefen lebende Actinie, welche man im Aquarium zu Neapel häufiger zu beobachten Gelegenheit hat. Im Tageslicht zieht sie ihren Körper stark zusammen und erst wenn es zu dunkeln beginnt, dehnt sie

sich auf das Vier- bis Fünffache aus und entfaltet ihre Tentakeln, die zuvor eingezogen waren.

Bei dem Mangel bestimmter Sehorgane müssen bei den Actinien die Sinneszellen des Ektoderms direct für Licht erregbar sein; ob diese Eigenschaft nun allen oder nur einer bestimmten Art von Sinneszellen zukommt, ist nicht zu entscheiden, da hierfür uns die histologischen Criterien fehlen.

Am Schluss des physiologischen Abschnittes weisen wir noch darauf hin, dass das Nervensystem der Fleischpolypen sich gegen Narcotica ähnlich wie bei den höheren Thieren verhält. Durch Opium und Chloroform kann die Erregbarkeit herabgesetzt und durch das letztere Mittel vorübergehend ganz aufgehoben werden. Doch zeigt sich uns in der Einwirkung der Narcotica ein Unterschied darin, dass bei den Fleischpolypen das Nervensystem auf dieselben viel langsamer als bei den höheren Thieren (von den Würmern an) reagirt. Es mag dies mit der geringeren Entwicklung und Centralisation des Nervensystems zusammenhängen.

Nach dieser Abschweifung kehren wir zu unserem Resumé zurück und fassen noch kurz die Resultate zusammen, welche wir über zwei weitere Gewebe, über die Stützsubstanz und die Geschlechtsorgane, erhalten haben. Beide gehören der mittleren Körperschicht der Actinien oder dem Mesoderm an.

4) Die Stützsubstanz ist beim Cerianthus schwach entwickelt und ist mit Ausnahme weniger Stellen (Taf. XXIV, Fig. 3 u. 13) zellenfrei (Taf. XXIV, Fig. 11. 15. 16 s). Bei den Actinien dagegen erreicht sie namentlich am Mauerblatt und an der Mundscheibe eine bedeutendere Stärke und ist überall reichlich mit Zellen versehen (Taf. XIX, Fig. 1—8 s. Taf. XXI, Fig. 1—3). Beim Cerianthus ist die Stützsubstanz mehr homogen, bei den Actinien fibrillär. Von welcher Schicht ihre Zellen abstammen, ob vom Ektoderm oder Entoderm, ist noch durch entwicklungsgeschichtliche Untersuchungen aufzuklären.

5) Die Geschlechtszellen sind bei den Fleischpolypen in die mesodermale Stützsubstanz eingebettet, die Eier einzeln in besondere Kapseln, die Spermatozoen in grösserer Anzahl zu einem Hodenfollikel vereint (Taf. XXIII, Fig. 4—6. Taf. XXIV, Fig. 1 u. 13). Ihrer Genese nach gehören sie dem Entoderm an; sie entwickeln sich nämlich aus subepithelialen Zellen des Entoderms und werden später erst von der Stützsubstanz umwachsen und von

ihrem Mutterboden abgeschnürt (Taf. XXIII, Fig. 1—3. 8. Taf. XXIV, Fig. 2).

II. Abschnitt.

Bemerkungen zur Keimblättertheorie.

1. Ueber die Benennung der Keimblätter und der Körperschichten.

In dem Gebrauch der Worte Ektoderm, Mesoderm, Entoderm, mit welchen wir bei den Actinien die verschiedenen Körperschichten benannt haben, macht sich seit einer Reihe von Jahren bei den Forschern, welche sich mit dem feineren Bau der Coelenteraten beschäftigt haben, eine Unsicherheit bemerkbar. So spricht z. B. Kowalevsky (81) in einer soeben erschienenen vorläufigen Mittheilung die Ansicht aus, dass das gallertartige Gewebe der Alcyoniden, welches gewöhnlich als Mesoderm bezeichnet wird, zusammen mit dem äusseren Epithel als ein stark entwickeltes Ektoderm aufzufassen sei, weil es aus dem Ektoderm der Larve entsteht. Eilhard Schulze (86. p. 293) wirft in seinen Spongienuntersuchungen die Frage auf, ob die Gewebsschicht der Spongien, in welcher die Genitalzellen sich ausbilden und stellenweise contractile Faserzellen zu finden sind, Mesoderm und ihre äussere Plattenepitheldecke Ektoderm genannt werden dürfe oder nicht? Claus (59. p. 19 Anm.) hebt in seiner Schrift über Charybdea marsupialis besonders hervor, dass, „wenn er die Bezeichnung Mesoderm hier und an anderen Orten für die Gallertsubstanz und die Stützlamelle der Coelenteraten in Anwendung bringe, er sich des Unterschiedes von dem, was man bei Würmern und höheren Thieren Mesoderm nenne, wohl bewusst sei.“ Derartige Beispiele liessen sich noch weiter leicht vermehren.

Die Unsicherheit im Gebrauch der Worte Ekto-, Meso- und Entoderm rührt erst von der Zeit her, seitdem man allgemeiner die Körperschichten ausgebildeter Thiere mit den Keimblättern der Embryonen vergleicht, und sie erklärt sich daraus, dass man Worte, die ursprünglich nur für fertige Zustände angewandt wurden, direct auf embryonale übertragen hat und umgekehrt. In dieser Hinsicht scheint uns die Geschichte der Begriffe Ektoderm, Mesoderm und Entoderm, sowie der mit ihnen jetzt identisch gewordenen Begriffe oberes, mittleres und unteres Keimblatt von Interesse zu sein;

zugleich kann sie uns einen Fingerzeig geben, wie man in Zukunft wohl am besten die fraglichen Worte handhaben wird.

Wie bekannt, ist die Lehre von den Schichten oder Blättern des thierischen Körpers (die Blätter-Theorie) aus entwicklungsgeschichtlichen Studien hervorgegangen und ist zu ihrer fundamentalen Bedeutung durch die glänzenden Entdeckungen von Pander, Baer und Remak gelangt. Aus ihnen ergab sich, dass der Hühnerkeim aus Zellenschichten besteht, auf deren Umbildung sich alle einzelnen Organe des Körpers zurückführen lassen. Die Schichten, deren man auf einem bestimmten Stadium mit Remak jetzt drei annimmt, haben die verschiedensten Namen erhalten. Am gebräuchlichsten und in keiner Beziehung anfechtbar sind wohl die Ausdrücke äusseres, mittleres und unteres Keimblatt.

Eine bedeutungsvolle Erweiterung erfuhr 1849 die Blättertheorie durch Huxley (70), welcher nachwies, dass der Körper der Coelenteraten aus zwei Schichten aufgebaut ist. Er nannte sie outer and inner membrane (foundation membranes) und verglich sie schon nach ihren physiologischen Leistungen dem serösen und mucösen Keimblatte Baer's. Allman (49. p. 368) führte bald darauf 1853 zur Bezeichnung der äusseren und inneren Zellenschicht der Coelenteraten die jetzt so viel gebrauchten Namen Ektoderm und Entoderm ein. Allmählich gewannen diese Worte in der Coelenteratenliteratur Bürgerrecht, in Kölliker's Alcyonarien (76), in Haeckels Spongien (63), in Eilh. Schulze's Cordylophora (88) und in Kleinenberg's (73) Hydra. Dies war nun aber auch die Zeit, welche in der Geschichte der Blättertheorie einen neuen bedeutsamen Wendepunkt bezeichnet. Durch die ausgedehnten Untersuchungen Kowalevsky's (80) war der Nachweis geführt worden, dass auch bei den Embryonen wirbelloser Thiere sich ebenso gut wie bei denjenigen der Wirbelthiere besondere Keimblätter unterscheiden lassen. Haeckel, mit der Entwicklung und Anatomie der Spongien beschäftigt, erkannte die hohe Tragweite aller dieser Verhältnisse und schuf, indem er den blättrigen Bau der Embryonen aller Thiere und den blättrigen Bau der Coelenteraten mit einander verglich, seine so bedeutungsvolle Gastraeatheorie (64, 65), welche den Anstoss zu zahlreichen Untersuchungen gegeben hat; er zeigte, dass der Aufbau der Thiere aus Blättern sich daraus erkläre, dass sie von einer zweiblättrigen Ausgangsform, der Gastraea, abstammen. Gleichzeitig mit Haeckel wurde auch in England Ray Lancester (82 u. 83)

zu einer ähnlichen Theorie geführt, welche er in einer ideenreichen Schrift: On the primitive cell-layers of the embryo as the basis of genealogical classification of animals ausgeführt hat.

Von dieser Zeit an erhielten die Worte Ektoderm, Entoderm und Mesoderm eine veränderte, allgemeinere Bedeutung; indem man die Schichten der Coelenteraten und der Embryonen der höheren Thiere mit einander verglich und für homolog erklärte, wurden die Allman'schen Bezeichnungen auch auf embryonale Verhältnisse übertragen. Ektoderm, Mesoderm und Entoderm wurden in gleichem Sinne wie äusseres, mittleres und inneres Keimblatt angewandt und verschafften sich in der embryologischen Literatur sehr rasch Eingang, wie sie denn auch in der neuen Auflage von Kölliker's Entwicklungsgeschichte eingeführt sind.

So berechtigt nun auch die Vergleichung niederer Thiere mit den Entwicklungszuständen höherer Thiere an sich ist, so wenig scheint uns die Verschmelzung der Begriffe, die ursprünglich getrennt entstanden waren nnd sich in dem einen Fall auf den Bau des fertigen Organismus, in dem anderen Fall auf den Bau des Keimes bezogen, zweckmässig gewesen zu sein. Denn sie ist eine Quelle von manchen Uebelständen geworden. Am klarsten zeigt sich uns dies an dem Worte Mesoderm. Bei den höheren Thieren bezeichnen die Embryologen als mittleres Keimblatt eine Schicht embryonaler Zellen und sie zeigen, dass bestimmte Gewebe und Organe aus dieser Schicht hervorgehen. Bei den Coelenteraten dagegen versteht man unter Mesoderm eine entwickelte Gewebsschicht zwischen innerem und äusserem Körperepithel, eine gallertige oder faserige zellenführende Bindesubstanz, in welche hie und da auch noch Muskeln, Nerven und Geschlechtsorgane eingebettet sind. Das Mesoderm wird bei den Larven nicht als eine besondere Schicht embryonaler Zellen, als ein Keimblatt, angelegt, sondern differenzirt sich allmählich und wie wir gezeigt haben, zu verschiedenen Zeiten aus dem Ektoderm und aus dem Entoderm. Wollten wir bei den höheren Thieren in derselben Weise wie bei den Coelenteraten verfahren, so müssten wir alle Organe, die sich aus dem oberen und unteren Keimblatt abschnüren und zwischen beide zu liegen kommen, zum Mesoderm rechnen, also auch das Nervensystem, einen grossen Theil der Sinnesorgane etc. Daraus geht aber hervor, dass das Mesoderm der Coelenteraten und das mittlere Keimblatt der Embryonen nicht congruente Begriffe sind, und dass man das Wort Mesoderm bei seiner Uebertragung auf die Wirbelthiere in einer principiell anderen Weise

als bei den Coelenteraten gebraucht. Eine ähnliche Verschiedenheit der Auffassungsweise zeigt sich uns, wenn R. Lancester (82. p. 329) die Coelenteraten Diploblastica und Haeckel (64. p. 31) Triblasteria nennt. Ray Lancester geht davon aus, dass die Coelenteraten aus 2 embryonalen Zellenlagen (2 Keimblättern) entstehen, Haeckel dagegen fasst die 3 Schichten des fertigen Thieres in's Auge. Die Widersprüche, die sich hier in unserer Nomenclatur zeigen, hat schon Eilhard Schulze (86. p. 293) klar hervorgehoben in einer kurzen Auseinandersetzung, die wir hier wiedergeben.

Indem Eilhard Schulze die Frage aufwirft, ob man bei den Spongien von einem Mesoderm reden dürfe, macht er dies davon abhängig, „ob man den Ausdruck Mesoderm nur in dem Falle anwenden will, wenn sich eine nach beiden Seiten abgegrenzte Zellenlage schon früh, d. h. vor der Entwicklung der Gewebe und Organe, also gleichsam schon am Keime als ein besonderes Keimblatt anlegt, oder ob man auch dann von einem Mesoderm sprechen will, wenn eine Sonderung einer mittleren differenten Gewebsschicht von dem äusseren oder inneren epithelialen Lager erst später und ohne die Ausbildung eines eigentlichen Keimblattes erfolgt. Beispiele für den letzteren Fall haben wir auch ausserhalb der Spongiengruppe, unter den Coelenteraten z. B. bei den Medusen, wo zwischen den beiden primären Keimblättern, dem Ektoderm und Entoderm, zunächst nur eine ganz structurlose Gallerte ausgeschieden wird. Wenn später in diese Gallertmasse Zellen einwandern, so ist dadurch eine sowohl von dem äusseren Grenzzellenlager als auch von dem Epithel des Gastrovascularsystems differente Bindegewebslage entstanden. Dieselbe wird nun in der That von einigen Forschern Mesoderm genannt, während andere ihr diese Bezeichnung nicht zugestehen wollen."

„Wenn man sich an die ursprüngliche und wörtliche Bedeutung des Ausdruckes „Keimblatt" hält und darunter eine schon im Keime angelegte besondere Zellenlage versteht, so kommen allerdings den Spongien sicher nur zwei Keimblätter, Ektoderm und Entoderm zu; denn die fragliche, beim ausgebildeten Schwamme zu findende Bindegewebslage tritt jedenfalls nicht als ein besonderes Keimblatt in dem erwähnten Sinne auf."

„Hiernach scheint es mir gerathen, wenigstens den Ausdruck „mittleres Keimblatt" einstweilen nicht auf die skeletbildende Bindesubstanzschicht der Spongien anzuwenden und die Spongien mit Bezug auf die Keimblattlehre künftig nicht drei-

blättrige, sondern zweiblättrige Thiere zu nennen. Dagegen erlaube ich mir für diesen und verwandte Fälle die Anzahl der differenten Gewebsschichten mit dem Ausdruck „schichtig" anzugeben. Die Spongien sind also zweiblättrige, aber dreischichtige Thiere."

„Um die wichtige Frage zu entscheiden, wie sich diese Schichten zu den secundären Keimblättern der höheren Thiere verhalten, ob sie vielleicht phylogenetisch als Vorläufer der letzteren anzusehen sind, scheinen mir einstweilen unsere Kenntnisse noch nicht auszureichen."

Eilhard Schulze hebt in den obigen Sätzen nach unserer Ansicht einen sehr richtigen Gesichtspunkt hervor, er bringt aber selbst die von ihm aufgeworfene Frage nicht zum Abschluss; in einer späteren Arbeit vermeidet er die früher von ihm selbst bei den Spongien benutzten Ausdrücke Ektoderm, Mesoderm und Entoderm und ersetzt sie lieber durch die Bezeichnungen: äussere Zellenschicht, Bindesubstanzschicht und Kragenzellenschicht. Er verzichtet somit auf die von Allman für die Coelenteraten eingeführten Worte und überlässt sie den Embryologen.

Wie schon angedeutet wurde, ist die Verschmelzung von Begriffen, die ursprünglich in verschiedener Weise gebraucht wurden, die Quelle der hervorgehobenen Uebelstände; wir werden daher dieselben am besten auch wieder durch Einführung einer getrennten Namengebung vermeiden können, — insofern zeigt uns die Geschichte der Worte selbst den Weg zur Lösung der von Eilh. Schulze zuerst angeregten Frage an, — und so schlagen wir denn vor, die Worte Ektoderm, Mesoderm und Entoderm in ihrer ursprünglichen Bedeutung wieder für die Schichtungsverhältnisse entwickelter Thiere und ebenso die Worte oberes, mittleres und unteres Keimblatt nur für embryonale Zustände anzuwenden. Für letzteren Zweck ist auch die bei den Engländern eingeführte Nomenclatur, Epiblast, Mesoblast, Hypoblast, recht passend, doch möchte es sich empfehlen die Präposition Epi und Hypo durch Ekto und Ento zu ersetzen. Es mag an dieser Stelle hervorgehoben sein, dass Huxley in seinen Grundzügen der Anatomie der wirbellosen Thiere (72) sich der Worte in ähnlichem Sinne, wie wir es vorschlagen, bedient, ohne aber die Beweggründe näher anzugeben.

Dadurch dass wir die einzelnen Worte in einer beschränkteren Bedeutung gebrauchen, sind wir in die Lage gesetzt, die durch

sie ausgedrückten Begriffe schärfer zu präcisiren, als es ohnedem möglich sein würde.

Indem wir bei den Entwicklungsformen der Thiere Keimblätter unterscheiden, wollen wir ausdrücken, dass die Zellen, bevor sich dieselben in Organe und Gewebe differenzirt haben, schon in ein bestimmtes Lageverhältniss getreten sind. Dieses Lageverhältniss ist von einer grossen Bedeutung, weil sich in ihm eine durch das ganze Thierreich wiederkehrende Gesetzmässigkeit ausspricht. Einmal leiten sich aus bestimmten Zellschichten bestimmte Organe des fertigen Thieres ab, zweitens kehren die gleichen Schichtungsverhältnisse bei den Keimen aller Thiere wieder. In den niedersten Abtheilungen sind nur 2 Schichten vorhanden, aus denen sich die Gewebe des fertigen Thieres entwickeln, bei den höheren schiebt sich zwischen beide noch eine dritte Schicht ein, von welcher dann gleichfalls bestimmte Organe ableitbar sind. Die beiden ersten Schichten sind der Ektoblast und Entoblast, die dritte zwischen ihnen erscheinende Schicht ist der Mesoblast. Wir *gebrauchen also diese Worte nur für Blätter embryonaler Zellen, die sich noch nicht in Gewebe und Organe umgewandelt haben, und wir drücken in den 3 Worten nur das Lageverhältniss dieser 3 Blätter zu einander aus.*

Wir legen auf diesen letzteren Punkt besonderes Gewicht. In den Nachträgen zur Gastraeatheorie spricht *Haeckel* (65. p. 61—65) die Ansicht aus, dass es ein logischer Fehler sei von einem Entoblast und Ektoblast dann noch zu sprechen, wenn sich ein Mesoblast zwischen beiden gebildet habe. Der Mesoblast sei jedenfalls ein secundäres Produkt und daher ein Theil der primären Keimblätter, entweder beider oder eines von beiden. „Da nun der Theil nie gleich dem Ganzen sein könne, so höre mit der Bildung des Mesoblasts wenigstens eines der beiden primären Keimblätter — oder beide zugleich — auf, als solche zu existiren; eines oder beide sind dadurch in mehrere secundäre Keimblätter zerfallen oder gespalten.“ *Haeckel* bezeichnet demzufolge die Schichten des dreiblättrigen Keimes als Hautsinnesblatt, Mesoderm und Darmdrüsenblatt. Nach demselben Princip entwirft *Allen Thompson* (93. p. 26) folgende Tabelle, wie man die Schichten im 2, 3 und 4blättrigen Keime zu bezeichnen habe.

Primary blastoderm	Ektoderm		Epiblast	secondary Blastoderm
		Mesoderm	Somatopleure Splanchnopleure	
	Entoderm		Hypoblast	

Es liegt auf der Hand, dass der Einwurf Haeckel's bei unserer Definition der Keimblätter nicht zutrifft. Denn da wir nur das Lageverhältniss blattartig ausgebreiteter Zellenaggregate ausdrücken wollen, so werden wir von einem Ento- und Ektoblast auch nach dem Erscheinen einer mittleren Schicht noch sprechen können, da sie nach wie vor äusseres und inneres Blatt bleiben. Anders verhielte es sich freilich, wenn wir noch andere Eigenschaften in den obigen Worten ausdrücken wollten, wenn wir unter Ektoblast eine Einheit von Zellen verstehen würden, die einer Anzahl bestimmter Organe den Ursprung giebt. Wenn von dieser Einheit ein Theil der Zellen zur Bildung eines Mesoblasts abgegeben wird, dann freilich besitzt die ursprüngliche Zellenschicht nicht mehr ihren früheren Werth und muss einen neuen Namen erhalten. In diesem Sinne aber können die Begriffe nicht wohl angewendet werden. Denn bei consequenter Durchführung würden wir eine sehr complicirte Namengebung ohne einen entsprechenden Gewinn erhalten; man müsste die einzelnen Blätter, wenn irgend ein Theil zu einem Organ sich ablöst, immer von Neuem wieder mit besonderen Namen belegen, man müsste z. B. auch das Hautsinnesblatt, wenn das Nervenrohr sich von ihm abgeschnürt hat, wieder umtaufen, da durch diesen Vorgang seine frühere Integrität aufgehoben worden ist.

Wie an den Keimen lassen sich auch an den entwickelten Thieren besondere Hauptschichten unterscheiden, für welche wir die von Allman eingeführten Worte Ektoderm, Mesoderm, Entoderm reservirt wissen möchten. Unter Ektoderm und Entoderm verstehen wir die äussere und innere Begrenzungsschicht des ausgebildeten Körpers, welche vom Ektoblast und Entoblast des Keimes abstammend das ursprüngliche Lageverhältniss bewahrt haben. Unter Mesoderm dagegen begreifen wir die Summe aller Gewebe und Organe, welche zwischen die beiden Begrenzungsschichten eingeschoben sind, mögen sie aus einem besonderen Mesoblast oder direct aus einem der primären Keimblätter ihren Ursprung nehmen.

Bei den Coelenteraten sind die Schichtungsverhältnisse sehr einfache. Entweder sind beim erwachsenen Thiere überhaupt nur 2 Schichten vorhanden, das Ektoderm und Entoderm, welche aus dem Ektoblast und Entoblast der Gastrula dadurch entstanden sind, dass die embryonalen Zellen sich histologisch differenzirt und bestimmte Functionen erhalten haben; oder es gesellt sich

zu ihnen noch eine mittlere dritte Schicht „das Mesoderm". Von einem solchen werden wir, wie zuerst Haeckel (64) betont hat, von dem Augenblicke an reden können, wenn sich zwischen die äussere und innere Epithelschicht eine mit Zellen versehene und daher selbständig wachsende Zwischenschicht einschiebt. Mithin werden wir auch bei den Spongien die bald faserige bald gallertige „Gewebsschicht, in welcher die Skelettheile entstehen, die Genitalzellen sich ausbilden und stellenweise sogar contractile Faserzellen zu finden sind", Mesoderm und ihre äussere Plattenepitheldecke Ektoderm nennen. Desgleichen sind die Alcyonarien dreischichtig und kann die Angabe Kowalevsky's (81), dass aus dem Ektoblast Zellen in die Gallerte einwandern, für uns keinen Grund abgeben, die Gallerte zusammen mit dem äusseren Epithel als stark entwickeltes Ektoderm aufzufassen, sondern es muss wie bei den verwandten Actinien als Mesoderm bezeichnet werden. Die Nomenclatur Kowalevsky's consequent weiter geführt, würde dahin treiben, da alle Bildungen in letzter Linie entweder vom äusseren oder inneren Keimblatt abstammen, überhaupt nur ein Ektoderm und Entoderm bei allen ausgebildeten Thieren anzuerkennen.

Im Vergleich zu den Coelenteraten haben sich die Schichtungsverhältnisse bei den höheren Thieren im ausgebildeten Zustande bedeutend complicirt; doch ist auch hier überall eine äussere vom Ektoblast und eine innere vom Entoblast ableitbare Begrenzungsschicht, die vielfach gefaltet und mit Aus- und Einstülpungen versehen ist, ein Ektoderm und ein Entoderm, zu unterscheiden. Zwischen beide schiebt sich eine mittlere Schicht ein, das Mesoderm, welchem die Hauptmasse der Organe und Gewebe fortan angehört. Zum Mesoderm haben wir bei den höheren Thieren zu rechnen: die Stützsubstanzen, die gesammte Muskulatur, das Nervensystem, alle Sinnesorgane mit Ausnahme derer, die der Natur ihrer Function nach auf die freie Fläche angewiesen sind, die grossen Höhlen des Körpers, die Geschlechtsorgane, Nieren etc.

Nach der von uns gegebenen Definition ist es klar, dass die Worte Ektoderm, Entoderm, Mesoderm sich mit den embryologischen Bezeichnungen, die wir in ihrer alten Bedeutung festhalten, keineswegs decken, und zwar decken sie sich deswegen nicht, weil beim erwachsenen Thier in der Regel die Beziehung der Organe zu den unterschiedenen drei Schichten eine andere ist als beim Keime. Bei letzterem sind viele Organe Bestandtheile des Ekto-

blasts und Entoblasts, die später, wie z. B. das Nervensystem und die Chorda, nicht mehr zum Ektoderm und Entoderm gehören. Umgekehrt umfasst das Mesoderm beim Erwachsenen viele Organe, die beim Keime niemals Theile des Mesoblasts gewesen sind. Illustriren wir diese Verhältnisse durch einige Beispiele!

Viele Coelenteraten besitzen ein Mesoderm, obwohl ihren Larven eine besondere mittlere embryonale Zellenschicht, ein Mesoblast, fehlt. Das Mesoderm entsteht bei ihnen gewöhnlich erst spät und allmählich mit dem zunehmenden Wachsthum und der dabei erfolgenden histologischen Differenzirung des Körpers. Der Hergang ist dann der, dass zwischen äusserer und innerer Zellenschicht eine Gallerte ausgeschieden wird, dass in diese von einer der beiden Begrenzungsschichten Zellen einwandern und zu Bindegewebskörperchen werden. Später können auch noch Muskelgruppen oder die Geschlechtszellen in der Weise, wie wir es für die Actinien und Medusen nachgewiesen haben, sich vom Ektoderm oder Entoderm abschnüren und in das Mesoderm übergehen. Diese Verschiedenheit in der Schichtung der Larven und der erwachsenen Thiere kann man, wie Eilh. Schulze vorgeschlagen hat, recht passend durch die Worte „blättrig" und „schichtig" ausdrücken. Die Larven würde man demnach zweiblättrig oder nach der Terminologie von Ray Lancester Diploblastica, dagegen die aus ihnen entstehenden Formen dreischichtig nennen. Zwei andere Beispiele entnehmen wir den Wirbelthieren. Nach unserer Definition der Begriffe gehören beim Erwachsenen das Nervensystem und die Muskulatur zum Mesoderm, aber es nehmen beim Keime nicht beide Organe, sondern nur die Muskulatur aus dem Mesoblast ihren Ursprung, während das Nervensystem vom Ektoblast sich abschnürt. Die Chorda ist beim Erwachsenen ein mesodermales Organ, aber sie entsteht bei einem Theil der Wirbelthiere aus dem Entoblast, bei einem andern Theil aus dem Mesoblast, welcher letztere Modus wohl als abgekürzte Entwicklung (Haeckel) oder wie Ray Lancester (83) sich ausdrückt, als precocious segregation zu deuten ist.

Doch genug an diesen Beispielen, welche zur Genüge darthun, dass die Worte zur Bezeichnung der Schichtungsverhältnisse am Keim und am erwachsenen Thiere sich nicht decken. Prüfen wir jetzt vielmehr noch den einen Punkt, ob es überhaupt einen wissenschaftlichen Werth besitzt auch beim erwachsenen Thiere bestimmte Schichten mit Namen zu belegen. Wir könnten uns hier einfach auf das Bedürfniss berufen, welches unabhängig

von der Keimblättertheorie für die Schichten der Coelenteraten besondere Ausdrücke in's Leben gerufen hat, indessen lässt sich auch aus allgemeineren Gesichtspunkten die Aufstellung besonderer Namen rechtfertigen. Einmal bedürfen wir derselben, wenn wir das ausgebildete Thier mit seinem Keim vergleichen und wissen wollen, wie die Blätter des letzteren in die Schichten des ersteren übergehen, aus welchen Blättern die einzelnen Organe abstammen und in welche Schichten sie definitiv zu liegen kommen. Zum Beispiel! das Centralnervensystem entsteht ontogenetisch bei den Würmern und Wirbelthieren aus dem Ektoblast, im definitiven Zustand aber bildet es bei den Wirbelthieren einen Theil des Mesoderms, bei vielen Würmern einen Theil des Ektoderms, oder mit andern Worten das in beiden Fällen dem Ektoblast entstammende Nervensystem wird hier ektodermal, dort mesodermal.

Zweitens bedürfen wir besonderer Namen, um die Schichten entwickelter Thiere untereinander zu vergleichen. Die vergleichend anatomische Seite der Blättertheorie kömmt dadurch mehr zu ihrem Rechte. Es ist von allgemein morphologischem Werth zu wissen, wie viel Schichten bei den einzelnen Thieren entwickelt sind, welcher Schicht die einzelnen Organe angehören und in welchem Maasse jede Schicht mit verschiedenen Organen ausgestattet ist. Wenn wir von diesem Gesichtspunkt aus das Thierreich überblicken, so treten uns zwei wichtige Bildungsgesetze entgegen:

Erstens nimmt mit der Höhe der Organisation eines Thieres die Masse und die complicirtere Beschaffenheit des Mesoderms zu, während Ektoderm und Entoderm einfacher werden. Bei den Coelenteraten vollziehen die zwei primitiven Bildungsschichten des Körpers, Ektoderm und Entoderm, noch die verschiedensten Functionen des Organismus, Ernährung, Fortpflanzung, Empfindung, Bewegung etc.; bei den übrigen Thieren werden, je höher sie entwickelt sind, um so zahlreichere Functionen auf eine sich immer complicirter ausbildende mittlere Körperschicht, das Mesoderm, übertragen. Es scheiden aus den beiden Begrenzungsschichten des Körpers immer mehr Organe und Gewebe nacheinander aus und schliesslich bewahren nur noch diejenigen ihren ursprünglichen Zusammenhang, welche vermöge ihrer Function, wie die Drüsen, Geschmacks- oder Geruchsorgane etc. auf die Verbindung mit der freien Fläche des Körpers angewiesen sind. Im ganzen Thier-

reich sind daher auch das Ektoderm und das Entoderm der Coelenteraten — man betrachte die Actinien oder Medusen — histologisch am meisten differenzirt, während sie bei den höheren Thieren nur noch aus mehr gleichartigen Deck- und Drüsenzellen und wenigen Sinneszellen zusammengesetzt sind.

Ein zweites Bildungsgesetz zeigt uns, dass alle Organe, die bei höheren Thieren mesodermale sind, mit Ausnahme der Organe, welche, wie Blutgefässsystem, Lymphdrüsen etc. weitere Differenzirungen des Mesoderms selbst sind, bei niederen Thieren einer der beiden primitiven Bildungsschichten angehören. Ein Vergleich der verschiedenen Thierformen untereinander gibt uns daher in die Genese der Organe ebenso gut einen Einblick als das Studium irgend einer Entwicklungsgeschichte. Man überblicke nur die Ausbildung des Nervensystems, der Muskulatur und der Sinnesorgane in der Thierreihe. Bei den niedersten Thieren ist das Nervensystem ein ektodermales, so bei den Coelenteraten, wo es sich ziemlich gleichmässig über die ganze Oberfläche verbreitet, oder bei vielen Würmern, wo es schon in Ganglien wie bei Sagitta, oder in eine Ganglienkette wie bei Tomopteris und manchen anderen Anneliden differenzirt ist; dagegen ist das Nervensystem bei allen höheren Thieren aus seinem Mutterboden ausgeschieden und mesodermal geworden. Dasselbe gilt von der Muskulatur, die bei den Coelenteraten sich noch als ein integrirender Bestandtheil des Ektoderms und Entoderms darstellt. Ein anderes Beispiel liefern die Sinnesorgane: das Auge bei den niedersten Thieren, Coelenteraten, Würmern, vielen Arthropoden und Mollusken ein modificirter Bestandtheil des Ektoderms, ist bei den höheren Thieren in's Mesoderm gerückt.

Um alle diese verschiedenen entwicklungsgeschichtlichen und vergleichend-anatomischen Thatsachen kurz auszudrücken, scheint sich uns die vorgeschlagene doppelte Nomenclatur am besten zu eignen. Ihren Vorzug sehen wir darin, dass nach allen Seiten eine Vergleichung der wichtigsten Schichten im thierischen Organismus durch sie erleichtert wird. Durch kurze Bezeichnungen können wir für jedes einzelne Organ seine Lage beim Erwachsenen und beim Embryo in Bezug auf die wesentlichen Bildungsschichten ausdrücken. (Ektodermales Nervensystem und Muskulatur der Medusen und Actinien, mesodermales aber ektoblastisches Nervensystem, mesodermale und mesoblastische Muskulatur der Wirbelthiere, mesodermale und mesoblastische Chorda der Vögel, meso-

dermale und entoblastische Chorda des Amphioxus, ektodermales Auge der Arthropoden, mesodermales ektoblastisches Auge der Wirbelthiere, ektodermale Geschlechtsorgane der Hydromedusen, mesodermale aber entoblastische Geschlechtsorgane der Actinien).

2. Die Homologie der Keimblätter und die Beziehung derselben zur Gewebebildung.

Im Vorhergehenden haben wir den Standpunkt, den wir der Blättertheorie gegenüber einnehmen, näher präcisirt, indem wir uns mit der Definition und Bedeutung der einzelnen Begriffe beschäftigten. Wir haben hierbei Ansichten unberührt gelassen, die in den letzten 10 Jahren von verschiedenen Seiten über die Bedeutung der Keimblätter ausgesprochen wurden und die unter den Biologen sich eine nicht geringe Geltung verschafft haben. Wir meinen die Ansichten über die Homologie der Keimblätter und über die Beziehung derselben zur Gewebebildung.

Ueber den ersten Punkt findet man vielfach Vorstellungen verbreitet, die bei einer unbefangenen Prüfung der Thatsachen sich als unhaltbar erweisen. Viele Forscher, indem sie eine Homologie der Keimblätter annehmen, verbinden damit zugleich auch die Hypothese, dass in den verschiedenen Thierabtheilungen physiologisch gleiche Organe aus homologen Keimblättern ihren Ursprung genommen haben müssten. E. v. Beneden (51. p. 7) in seiner bekannten Schrift: De la distinction originelle du testicule et de l'ovaire stellt den Satz auf, que les mêmes systèmes organiques se développent dans les différents types d'organisation aux dépens des mêmes feuillets primitifs. Man brauche daher um den Ursprung eines Organsystems kennen zu lernen, ihn nur in diesem oder jenem Organisationstypus nachzuweisen und man könne dann den erhaltenen Resultaten eine auf das ganze Thierreich sich erstreckende Tragweite geben. Um den Ursprung der Organe aufzuklären, seien die Coelenteraten am geeignetsten, weil bei ihnen Ektoderm und Entoderm mit ihren embryonalen Characteren während der ganzen Lebensdauer persistirten und alle Organe nur eine Dependance von dem einen oder anderen Keimblatt seien.

Ganz derselben Ansicht huldigt Kleinenberg (73. p. 82—88) in seiner Hydra-arbeit. Er lässt den constanten Typus der Coelenteraten von allen höheren Thieren als Enwicklungszustand durchlaufen werden und sucht eine völlige „Wesensgleichheit“ zwischen den embryonalen Schichten der Wirbelthiere und den persistenten Bildungshäuten der Coelenteraten, speciell der Hydra, durchzu-

führen. So vergleicht er das 1) Hornbatt, 2) Nervenblatt (als äusseres Keimblatt zusammengefasst), 3) Muskelanlage (mittleres Blatt) der Wirbelthiere der 1) Keimschale (Hornblatt), 2) Nervenzellenlage, 3) Muskellamelle der Hydra. Die Homologie des Ektoderms der erwachsenen Hydra mit dem vereinigten äusseren und mittleren Blatt der Wirbelthiere betrachtet er nur in so fern als eine incomplete, als die Epithelschicht des äusseren Blattes der ersteren im Laufe der Entwicklung verloren gehe.

Wenn man in dieser Weise die Homologie der Keimblätter auffasst, so ist man über das rechte Ziel weit hinausgegangen und man geräth mit den Thatsachen vielfach in Widerspruch. Schon die Untersuchung der Coelenteraten lehrte uns, dass bei einigen Abtheilungen Hoden und Eierstock aus dem Ektoblast, bei andern Gruppen wieder aus dem Entoblast ihren Ursprung nehmen, dass bei den craspedoten Medusen die Körpermuskulatur sich aus dem äusseren Keimblatt, bei den Anthozoen dagegen vorzugsweise aus dem inneren Keimblatt entwickelt. Bei Cerianthus und den Actinien sahen wir sogar ektodermale und entodermale Muskulatur in einer Correlation zu einander stehen, so dass eine stärkere Ausbildung der einen eine geringere Ausbildung der anderen bedingte. Aus diesen Thatsachen geht klar hervor, dass innerhalb der einzelnen Thierabtheilungen die Keimblätter sich organologisch ungleichartig differenzirt haben.

Wird deswegen nun aber ihre Homologie aufgehoben, wie Anhänger und Gegner der Keimblättertheorie hie und da anzunehmen geneigt sind? Wir antworten mit einem entschiedenen Nein! Ektoblast und Entoblast, mögen sie auch verschiedenartige Organe entwickeln, bleiben nach wie vor im Thierreich einander homolog, insofern sie überall in gleichen Lagebeziehungen zu einander stehen, insofern sie auf eine gemeinsame Grundform, auf die beiden Bildungsschichten (Ektoderm und Entoderm) der Gastraea bezogen werden können. Bei der Feststellung dieser Homologie müssen wir nur im Auge behalten, dass die beiden Bildungsschichten der hypothetischen Urform aller Metazoen noch eine sehr indifferente Beschaffenheit besassen und wie die Keimblätter gleichsam noch aus mehr embryonalen Zellen bestanden, dass z. B. beiden noch die Fähigkeit zukam Geschlechts- und Muskelzellen hervorzubringen. Wenn wir unser Urtheil in diese Form kleiden, dann widerstreitet es der Annahme einer Homologie nicht, dass die primitiven Bildungsschichten sich innerhalb der einzelnen Abtheilungen in einer besonderen und oft sogar sehr verschiedenen

Weise weiter entwickelt haben. Daraus folgt aber auch zugleich, wie ungerechtfertigt es ist, ein Resultat, das über die Genese eines Organs bei einer Thierabtheilung erhalten worden ist, sofort auf das Ganze zu verallgemeineren. Zwischen den Bildungshäuten der Coelenteraten und den primären Keimblättern der übrigen Thiere besteht nur im Allgemeinen und nicht im Einzelnen eine Homologie.

Noch viel vorsichtiger muss man mit dem Aufstellen von Homologieen beim Mesoderm und Mesoblast sein. Wenn wir nur das Mesoderm der Coelenteraten in das Auge fassen, so lässt sich hier klar zeigen, wie schon in den einzelnen Abtheilungen, bei den Spongien, den Anthozoen, den Ctenophoren die mittlere Körperschicht etwas sehr Verschiedenartiges ist, dass sie bei den einen Muskeln einschliesst, die den andern fehlen, und hier die Geschlechtszellen eingebettet enthält, dort nicht. Eine Homologie zwischen dem Mesoderm der Coelenteraten und dem Mesoblast der übrigen Thiere kommt selbstverständlich ganz in Wegfall. Uns scheint es mit der Bildung des Mesoderms wie mit der Bildung der Sinnesorgane zu gehen. Wie die Augen in den Thierclassen sich unabhängig von einander zu wiederholten Malen entwickelt haben und trotz ihres verschiedenartigen Ursprungs doch ein ähnliches Gepräge tragen, so hat auch überall die weiter fortschreitende Differenzirung eines ursprünglich zweischichtigen Organismus mit Nothwendigkeit zur Bildung eines Mesoderms führen müssen, wie wir dies durch verschiedene Vorgänge bei Medusen und Actinien illustrirt zu haben glauben.

Mit der Frage nach der Homologie der Keimblätter hängt in gewisser Beziehung die zweite Frage zusammen, ob überall die Beziehung der beiden Blätter zu den entstehenden Geweben eine identische ist. Es ist dies ein Problem, das schon oft angeregt, aber nie ordentlich zum Austrag gebracht worden ist. Schon in seinen Icones histologicae prüfte Kölliker (77) die Möglichkeit: ob vielleicht an der Hand der Entwicklungsgeschichte sich eine gute Begrenzung der Bindesubstanz finden lasse, ob zu ihr einfach alle Gewebe zu rechnen seien, welche zwischen der äusseren und inneren Epithelialschicht des Leibes sich finden und nicht zum Muskel- und Nervengewebe zählen. Kölliker verneinte diese Möglichkeit: vom Standpunkt der Entwicklungsgeschichte sei keine kurze Definition der Bindesubstanz zu geben und lasse sich höchstens nur so viel sagen, dass die ausgebildeten Formen dieses Gewebes ohne Ausnahme aus dem mittleren Keimblatte hervorgehen. Aber schon im folgen-

den Jahre wurde die Beziehung der Gewebe zu den Keimblättern von Neuem und in umfassenderer Weise von His (69) in seinem bekannten Programm erörtert. Hier sucht His die histologische Scheidung der drei Keimblätter als ein durchgreifendes Gesetz darzustellen. Danach liefern die beiden Grenzblätter ausser dem Nervensystem sämmtliche ächten Epithelialgebilde des Körpers mit Einschluss aller ächten Drüsenzellen, aus dem mittleren Keimblatt dagegen wird die gesammte Bindesubstanz im weitesten Sinne, d. h. Knochen, Knorpel, Zahnbein, Bindegewebe, adenoides Gewebe, das Blut selbst und das elastische Gewebe gebildet, ferner geht aus ihm die gesammte glatte und quergestreifte Muskulatur des Körpers hervor. In consequenter Durchführung seines Standpunktes unterscheidet daher auch His die Zellen, welche die Höhlungen im Mesoderm auskleiden, als unächte Epithelien oder Endothelien von den ächten Epithelien der beiden äusseren Keimblätter. Es ist dies besonders wichtig, als hier zum ersten Male der Versuch gemacht wird, die Beziehung der Keimblätter zu den Geweben als Eintheilungsprincip für das System der Gewebe zu benutzen.

Als nun einige Jahre später die Blättertheorie auf das ganze Thierreich ausgedehnt wurde, ist ihre histologische Bedeutung sofort auch von den Zoologen in das Auge gefasst worden. Am schärfsten haben hier ihren Standpunkt Kleinenberg und v. Beneden präcisirt. „Wenn das Grundgesetz der Entwicklung feststeht, dass bei allen Thieren allein aus den primären Keimblättern der Thierkörper sich aufbaut“, bemerkt Kleinenberg (73. p. 84), „so erhebt sich die weitere Frage, ob überall die Beziehung der beiden Blätter zu den entstehenden Geweben eine identische ist, ob jene Träger der wesentlichen Functionen, die Epithelien, die Muskulatur, die Nerven und das Bindegewebe mit Rücksicht auf die Keimblätter gleichen Ursprungs sind — mit einem Worte, die Frage nach der Homologie der analogen thierischen Gewebe.“ Gestützt auf die histologische Untersuchung von Hydra glaubt Kleinenberg nun in der That eine „Homologie der persistirenden Gewebe des Ektoderms und der analogen Gewebe des äusseren Keimblattes zu erkennen“ und dargethan zu haben, dass „die Uebereinstimmung der Entwicklung der Hydra und der Wirbelthiere nicht nur bis zu den primären Keimblättern reicht, sondern dass auch die specialisirten Gewebe, die Epithelien, die Muskeln mit den dazugehörigen Nerven und die Geschlechtsorgane bei beiden mit Rücksicht auf die Keimblätter eine wesentlich gleichartige Genese haben.“ In demselben Sinne wie Kleinenberg

glaubt v. Beneden (51. p. 7) voraussetzen zu dürfen, dass die beiden Keimblätter bei allen Metazoen denselben histogenetischen Werth besitzen.

Beide Forscher stimmen also mit His in so fern überein, als sie eine bestimmte Beziehung der Keimblätter und Gewebe zu einander annehmen; dagegen geht aus ihrer Darstellung nicht hervor, ob sie diese Beziehung auch für die Definition der einzelnen Gewebsformen zu verwerthen gedenken. Es kann aber keinem Zweifel unterliegen, dass man von vielen Seiten auf ein solches Ziel zustrebt. Schwalbe (90) und mit ihm wohl die grösste Mehrzahl der Histologen wollen zu den Bindesubstanzen nur solche Gewebe, welche von dem Mesoblast abstammen, gerechnet wissen. Bei der Besprechung der Tentakelaxe des Scyphistoma erwähnt Claus (58. p. 14), dass wenn Kölliker das blasige Gewebe den zelligen Bindesubstanzen subsumire, eine solche Auffassung Vieles für sich habe, wenn sie auch nicht mit den Anforderungen der Keimblätterlehre harmonire. Am deutlichsten hat sich Semper (91. p. 16—22) in der uns beschäftigenden Frage ausgesprochen, nämlich bei einer Erörterung der histologischen Bedeutung, welche dem Cellulosemantel der Tunicaten zukömmt.

Schon vor Jahren hatte O. Hertwig (66) nachgewiesen, dass der Cellulosemantel nicht, wie früher gelehrt worden war, von den sogenannten Testazellen gebildet werde, sondern ein Ausscheidungsproduct des äusseren Epithels der Larve (also des Ektoblasts) sei, ein Ausscheidungsproduct, in welches später Epithelzellen einwandern um zu Bindegewebskörperchen zu werden. Im Hinblick auf ihre morphologischen Eigenschaften verglich er die Gewebsformen des Cellulosemantels, welche bei den verschiedenen Tunicaten sehr verschiedenartig beschaffen sind, den Bindesubstanzen höherer Thiere und folgte hierin dem Beispiel von Leydig (84. p. 24) und Eilhard Schulze (89), welche schon früher den Mantel der Tunicaten zu den Bindesubstanzen gerechnet haben. Gegen diese Ansicht hat nun vor einigen Jahren Semper (91) Einsprache erhoben. Während er auf der einen Seite die Beobachtungen über die Genese und den Bau des Mantels als richtig bestätigt, sieht er auf der anderen Seite in der Deutung des Gewebes als einer Bindesubstanz „eine ganz sonderbare morphologische Auffassung“, welche er auf das Lebhafteste zu bekämpfen sucht. Semper bezeichnet als „das Princip seiner Gewebeeintheilung die Uebereinstimmung in der Entstehung aus gleichgelagerten Bildungsschichten“, er will sich auf „den streng morphologischen Boden der Keimblättertheorie

stellen". Den Brennpunkt der ganzen Polemik können wir somit kurz dahin verlegen, dass Semper vom Grundsatz ausgeht: Bindesubstanzen gehören zu den Geweben, die aus dem mittleren Keimblatt gebildet werden, und daher kann ein Gewebe, das aus dem Ektoblast entsteht, nicht Bindesubstanz sein. Hier liegt nun die Petitio principii offen zu Tage. Wer, wie wir, die Gewebe nach ihrer histologischen Beschaffenheit und nach ihren Functionen classificirt, wird den Cellulosemantel, wie es auch früher schon Histologen gethan haben, zu den Bindesubstanzen rechnen; wer dagegen die Entwicklung aus den Keimblättern zum obersten Princip der Eintheilung erhebt, wird unser Verfahren von seinem individuellen Standpunkt aus ungereimt finden. Gegen den von O. Hertwig eingenommenen principiellen Standpunkt, der nicht näher begründet zu werden brauchte, da er bis dahin in den Lehrbüchern der Histologie der allgemein giltige war, hätte Semper seinen Angriff richten müssen, wenn seine Polemik nicht hätte gegenstandslos sein sollen.

Wie der geschichtliche Ueberblick zeigt, hat sich im letzten Jahrzehnt mehr und mehr die Ansicht verbreitet, dass bei der Definition der Gewebe ihre Beziehung zu den Keimblättern als das wichtigste Merkmal benutzt werden müsse. Ein Versuch aber, diese Ansicht näher zu begründen und in allen ihren Einzelheiten praktisch durchzuführen, ist bis jetzt nicht gemacht worden. Dass ein solcher Versuch überhaupt nicht consequent ausgeführt werden kann, wollen wir jetzt noch im Folgenden näher zu beweisen versuchen.

Wenn eine entwicklungsgeschichtliche Eintheilung der Gewebe möglich sein sollte, müssten zwei Bedingungen erfüllt sein. Erstens müssten in der gesammten Thierreihe, wie dies in der That auch His, Kleinenberg, v. Beneden und Andere angenommen haben, aus bestimmten Keimblättern bestimmte Gewebe entstehen oder mit andern Worten, es müsste ein besonderer histologischer Character den Keimblättern aufgeprägt sein der Art, dass die Gewebsformen des einen sich von denen des andern wesentlich unterschieden. Denn es wäre doch gar nicht zu rechtfertigen, Gewebe, die in allen Einzelheiten übereinstimmen und gleich functioniren, nur desswegen mit anderen Namen zu belegen, weil sie verschiedenen Schichten angehören. Zweitens müsste der Character der Keimblätter in allen Thierstämmen der gleiche sein, weil nur unter dieser Voraussetzung ein für das ganze Thierreich gültiges histologisches System möglich wäre. Niemand möchte

wohl eine besondere Eintheilung der Gewebe für die Wirbelthiere, eine besondere für die Würmer oder Mollusken etc. vorschlagen. Allen diesen Bedingungen kann das neue histologische System, welches vielen Forschern vorschwebt, auch nicht im Entferntesten genügen; nichts ist geeigneter dies darzuthun, als eine ausgedehntere histologische Untersuchung der Coelenteraten, deren Werth für derartige Fragen Kleinenberg und v. Beneden mit Recht hervorgehoben haben.

Man nehme nur die verschiedenen Gewebe der Reihe nach durch! Ei- und Spermazellen entwickeln sich bei den Hydromedusen und Ctenophoren ektoblastisch, bei den Anthozoen, Acraspeden und Lucernarien dagegen aus dem Entoblast. Bei den Hydromedusen entstammt die gesammte Körpermuskulatur dem Ektoblast, bei den Anthozoen zum grösseren Theile dem Entoblast, und bei den Ctenophoren endlich bilden sich mesodermale Zellen zu Muskelfasern um. Allerdings sind Nervensystem und Sinnesorgane in der ganzen Thierreihe vorwiegend ein Entwicklungsproduct des äusseren Keimblattes, was ja erklärlich ist, da dieses den Verkehr mit der Aussenwelt vermittelt, allein auch hier ist nicht zu übersehen, dass bei den Actinien ebenso im Entoderm starke Nervenbündel und ein wohlentwickelter Nervenplexus mit Ganglienzellen vorkommen. Drüsen und Nesselzellen endlich finden sich in der äusseren und inneren Bildungsschicht der Acraspeden und Actinien in ganz identischen Formen vor. Bei letzteren ist überhaupt, wie wir gezeigt haben, Ektoderm und Entoderm in seinen histologischen Elementen nicht verschieden. Sollen wir nun, wie es consequenter Weise wohl geschehen müsste, Eier, Spermazellen, Muskeln, Nerven, Ganglien-, Drüsen- und Nesselzellen, die aus dem Ektoblast abstammen, histologisch anders bezeichnen, als solche, die aus dem Entoblast sich differenzirt haben? Was die Gruppe der Bindesubstanzen anbetrifft, so nehmen auch diese in Bezug auf die Keimblätter durchaus keine derartige Stellung ein, dass sie sich überall aus einem Mesoblast entwickelten. Auch hier müssen wir gegen das vermeintliche Gesetz Einsprache erheben, indem wir uns auf die Coelenteraten als lehrreiche Beispiele berufen. In vielen Abtheilungen, bei den Spongien, Acraspeden, Anthozoen etc. ist zwischen Ektoderm und Entoderm eine zuweilen mächtig entwickelte mittlere Schicht vorhanden, die vorzugsweise wenn nicht ausschliesslich aus Bindesubstanzen besteht. Kölliker (25) handelt im zweiten Heft seiner Icones histologicae, die sich durch die Fülle

von Beobachtungen und durch treffliche allgemeine Bemerkungen auszeichnen, allein von den Geweben der Bindesubstanz der Coelenteraten und er unterscheidet bei ihnen nach Analogie mit den höheren Thieren zwischen einer zelligen, gallertigen und faserigen Bindesubstanz. Ferner hat uns Eilhard Schulze (86 und 87) ganz neuerdings mit verschiedenartig modificirten Bindesubstanzen der Spongien bekannt gemacht; er vergleicht sie theils dem gallertigen Bindegewebe, theils dem hyalinen Knorpel anderer Thiertypen und er findet keinen Grund, an einer principiellen Uebereinstimmung zu zweifeln. Wie aber entstehen die mesodermalen Bindesubstanzen der Coelenteraten? Ein Mesoblast wird in der Regel bei den meisten Larven nicht angelegt, sondern es wird im Fortgang der Entwicklung zwischen den beiden primären Bildungsschichten eine Grundsubstanz ausgeschieden und in diese wandern von einer der beiden Epithelschichten, gewöhnlich vom Ektoderm, Zellen ein und werden zu den meist sternförmigen Bindegewebskörperchen, oder in einem andern Falle, den kürzlich Kowalevsky (81) bei Alcyonarien beobachtet hat, verdickt sich bei den Larven das Ektoderm, „wird mehrschichtig und dabei tritt zwischen den Zellen ein durchsichtiges gallertartiges Zwischengewebe auf, die Zellen verlieren ihre cylindrische Form, werden länglich, spindelförmig oder sternförmig und bilden dann mehrere Reihen von über einander liegenden Zellen, welche durch ein gallertiges Zwischengewebe getrennt sind; die am meisten nach Aussen liegenden Zellen nehmen die Form eines Pflasterepithels an." Bei den Coelenteraten also bilden sich die Bindesubstanzen, wie schon Kölliker und Haeckel betont haben, aus dem Epithel, hier aus dem Ektoderm, dort aus dem Entoderm. Sollen wir nun desswegen, weil sie nicht aus dem Mesoblast entstehen, alle diese Gewebe nicht mehr als Bindesubstanzen anerkennen? Man sieht, zu welchen Consequenzen die Eintheilung der Gewebe nach den Keimblättern führen würde!

Indessen prüfen wir noch weiter, ob das Princip wenigstens für die Wirbelthiere durchführbar ist, an welchen es His (69) in der citirten Arbeit zu entwickeln versucht hat. Auch dies können wir nicht einmal zugeben. Um seine Auffassungsweise möglich zu machen, hat His seiner Zeit zu einer Anzahl Prämissen seine Zuflucht nehmen müssen, er hat u. A. die Vermuthung ausgesprochen, dass die Geschlechtsorgane und Nieren aus dem Ektoblast herrühren, weil Epithelien und Drüsen dem mittleren Keimblatt fremd seien. Darauf hin hat später Waldeyer (94) in der

zelligen Auskleidung der Leibeshöhle ein Keimepithel und ein Endothel unterschieden und in ersterem einen Abkömmling des Ektoblasts vermuthet. Alle diese Annahmen und Vermuthungen haben sich nicht bestätigt. Im Gegentheil, es ist jetzt sicher gestellt, dass Nieren und Geschlechtsorgane zum Mesoblast gehören und von der epithelialen das Coelom auskleidenden Zellenschicht abstammen, welche His und nach ihm so viele Andere als Endothel in einen fundamentalen Gegensatz zu dem Epithel glaubten bringen zu müssen. Auch die Chorda dorsalis will sich dem Schema nicht mehr fügen. Die Chorda, welche früher zu den Stützsubstanzen allgemein gerechnet wurde, entwickelt sich, woran nicht zu zweifeln ist, bei vielen Thieren aus dem Entoblast und nur bei einem Theil scheint sie dem Mesoblast anzugehören. Also auch für die Wirbelthiere ist ein System der Gewebe nach den Keimblättern nicht möglich.

Zu demselben Resultat sind in der Neuzeit auch Götte (62. p. 550—570) und Kölliker (78. p. 389 u. 398) gelangt. Kölliker hebt hervor, dass „die Keimblätter weder histologische noch morphologische Primitivorgane sind“, „dass alle drei Keimblätter potentia die Fähigkeit zur Umbildung in alle Gewebe haben, jedoch in Folge bestimmter morphologischer Gestaltungen dieses Vermögen nicht allerwärts bethätigen“; er erblickt hierin eine Auffassung, die sich zwar seit Langem vorbereitet habe, aber doch noch nicht vollkommen zum Durchbruch gekommen sei. Götte giebt in seiner „Entwicklungsgeschichte der Unke“ eine sehr ausführliche Kritik der durch Remak vorbereiteten und durch His zuerst aufgestellten Lehre von dem Causalnexus, der zwischen der Gewebebildung und der Differenzirung der Keimblätter bestehen soll. Wir stimmen seinen Ausführungen vollkommen bei, soweit er an der Hand seiner Beobachtungen die Vertheilung der Gewebe auf die Keimblätter erörtert; dagegen bekämpfen wir auf das Entschiedenste alle hieran sich reihenden Schlussfolgerungen über die Ursachen der Gewebebildung und über das Wechselverhältniss zwischen histologischer und morphologischer Differenzirung.

Nach Götte ist die morphologische Differenzirung das Primäre; zuerst entstehen die Zellenmassen der Organe und daraufhin differenziren sie sich zu den Geweben; „die histologisch physiologische Ausbildung der Einzeltheile ist nur der endliche Ausfluss der morphologischen Entwicklung“ (62. p. 569), mit ihr wird sogar die weitere Entwicklung sistirt; denn „die histologische Dif-

ferenzirung schliesst die morphologische Entwicklung ab" (p. 595); je früher sie im Entwicklungsleben eintritt, um so niedriger ist die Organisationsstufe des fertigen Thieres.

Alle diese Sätze sind beim Studium der Ontogenese gewonnen worden und würden von keiner allgemeinen Bedeutung sein, wenn sie als das hingestellt würden, was sie allein sein können: der Ausdruck beobachteter Thatsachen. Sie würden auch dann nur sehr bedingte Giltigkeit besitzen. Richtig an ihnen ist nur die Behauptung, dass in der embryonalen Entwicklung die Zellenmassen der Organe früher abgegrenzt sind, als die Zellen einen bestimmten histologischen Charakter angenommen haben; dagegen ist es nicht wahr, dass mit der geweblichen Differenzirung die Entwicklung ihren Abschluss gefunden hat. Denn auch die Gewebe des scheinbar fertigen Organismus verändern sich, bilden sich zurück und vervollkommnen sich, je nachdem sie durch die Existenzbedingungen des Gesammtorganismus in Function erhalten werden oder nicht.

Indessen Götte misst den Ergebnissen seiner Beobachtungen erklärenden Werth bei. Weil die Organe früher abgegliedert, als histologisch differenzirt sind, desshalb „finden die Gewebsentwicklung und die sich weiter daraus ergebenden physiologischen Folgen für das Leben des ganzen Individuums ihre Ursachen nothwendig und ausschliesslich in ihren unmittelbaren morphologischen Grundlagen" (p. 569); „die activen oder Bewegungsursachen der Histogenese sind natürlich die in jeder Embryonalzelle sich entwickelnden, anfangs überall gleichen physiologischen Vorgänge, deren Massenwirkungen zuerst in der morphologischen Entwicklung zu Tage treten, in der Folge aber sich in die einzelnen histologischen Erscheinungen auflösen. Die Bedingungsursachen dagegen, welche jenen Bewegungen Form und Ziel vorschreiben und dadurch eben allein die histologischen Unterschiede begründen, sind nun in den örtlich verschiedenen, von der vorausgegangenen morphologischen Entwicklung gesetzten Formbedingungen zu suchen, d. h. in der Summe von Lagebeziehungen der ganzen Anlagen und ihrer Elemente, wozu die äussere Form, Grösse, Umgebung der ersteren und das besondere Gefüge der letzteren gehören" (p. 562). Schliesslich wird auch diese Verallgemeinerung wieder weiter verallgemeinert. Die Principien, welche aus der Ontogenese eines Thieres abgeleitet wurden, werden zu Principien erhoben, die überhaupt die gesammte Entwicklung des Thierreichs, somit auch die Phylogenese beherrscht haben und beherrschen.

Von der hier skizzirten Auffassungsweise Götte's weicht die unsere in jeder Beziehung ab; schon der Ausgangspunkt für unsere Betrachtungen ist ein anderer, indem wir auf Organismen zurückgehen, bei denen die Bildung von Geweben und Organen sich in ihren ersten Anfängen zeigt. Hier konnten wir wahrnehmen, dass bei den metazoen Thieren die histologische Differenzirung früher in's Leben tritt als die Bildung von Organen, d. h. als die Bildung von Theilen des Körpers, die in sich abgegliedert und abgegrenzt sind, um eine einheitliche Function zu erfüllen. Eine gleichmässige Verbreitung der Gewebsbestandtheile ist das Ursprüngliche; die Vereinigung derselben zu einem Organ das Secundäre. Wir haben uns weiter Vorstellungen vom Process der Organbildung zu machen gesucht, indem wir vergleichend die einzelnen Entwicklungsformen desselben Organs bei Nächstverwandten betrachteten und sind dabei zu dem Resultat gelangt, dass es die Massenzunahme gleicher histologischer Bestandtheile an einem Ort ist, welche zur Organbildung führt. Anhäufung von Nervenfasern am Schirmrand erzeugt den Ringnerven der Craspedoten, Anhäufung von Muskelfasern den Ringmuskel des Mauerblatts und die longitudinalen Septenmuskeln der Actinien. Die Gründe, welche an bestimmten Stellen eine Anhäufung der Gewebselemente veranlassten, sind jedenfalls sehr verschiedenartiger Natur. Bei manchen Geweben wie z. B. den Geschlechtsorganen mag die Gunst der Ernährungsverhältnisse einen bedeutenden Einfluss besitzen, bei anderen wieder wie den Muskeln und Nerven die dem Gebrauch förderlichen localen Bedingungen. Wie im Allgemeinen ein Muskel durch Gebrauch an Masse zunimmt, so verdickt sich die entodermale Ringmuskulatur am oberen Ende des Mauerblattes, wo sie sich besonders häufig contrahirt um die Mundscheibe zu verdecken, und in gleicher Weise sammeln sich Nervenfasern da, wo zur Aufnahme von Sinnesempfindungen reichlich Gelegenheit geboten wird, wie am Schirmrand der Medusen und der Mundscheibe und den Tentakeln der Actinien.

Derartige Erscheinungen berechtigen uns wohl zum Schluss, dass die histologische Differenzirung nicht Folge, sondern Ursache der Organbildung ist, zwar nicht die einzige, aber immerhin eine der wichtigsten. So lange als die Zellen eines Organismus gleichartig sind, ist nur wenig Veranlassung vorhanden, dass die einzelnen Körpertheile sich ungleich entwickeln, erst wenn sie sich histologisch differenzirt haben, wenn ein Theil der Zellen zu Muskeln, ein anderer

zu Nerven u. s. w. geworden ist, ist ein wirksamerer Hebel für eine ungleiche Entwicklung der Körperregionen gegeben, weil ein jedes Gewebe ein besonderes von seiner Function und seinen Ernährungsbedingungen abhängiges Wachsthum erhält.

Die hier erörterten Gesichtspunkte haben wir schon in einer früheren Arbeit benutzt, um das Auftreten des Mesoderms der Medusen zu erklären und haben wir dasselbe geradezu als das Product der histologischen Differenzirung des Ektoderms und Entoderms bezeichnet, ein Product, das an den verschiedensten Stellen des Körpers und in sehr verschiedener Weise sich gebildet habe. Wir haben diesen Satz dahin erläutert, dass die histologische Differenzirung die Vorbedingung sei und dass die stärkere Ausbildung der Gewebe die Veranlassung zu ihrem Uebertritt in das Mesoderm abgebe. Dasselbe lässt sich bei den Actinien nachweisen, wo uns Muskulatur und Geschlechtsorgane Beispiele liefern, und auch bei den höheren Thieren wiederholen sich ähnliche Verhältnisse bei der Genese des Centralnervensystems und der Sinnesorgane.

Wie aus dem Gesagten leicht ersichtlich ist, laufen unsere Erörterungen darauf hinaus, die Bildung des Mesoderms als einen nothwendigen durch die Grundlagen der thierischen Organisation bedingten Vorgang hinzustellen. Um diese Nothwendigkeit zu begründen, nehmen wir nicht eine Kraft zu Hilfe, die in den ersten Organismen schon enthalten die gesammte spätere Entwicklung gleichsam präformirt hatte, sondern gehen auf physiologische Vorgänge zurück, von deren beständiger Wirksamkeit wir uns jeder Zeit überzeugen können; wir nehmen an, dass der thierische Organismus sich von einem zweischichtigen zu einem dreischichtigen Wesen hat fortbilden müssen, weil er im Kampf um seine Existenzbedingungen zu einer stetigen Entfaltung und Ausübung seiner Functionen gezwungen war, wodurch eine Massenzunahme und grössere Differenzirung der functionirenden Elemente herbeigeführt wurde.

Durch alles dies wird es verständlich, wesshalb wir uns gegen die so weit verbreitete Auffassung erklärt haben, dass das Mesoderm aller Thiere homolog sein müsse. Denn jede nothwendig eintretende Entwicklung kann vielfach und unabhängig zu Stande gekommen sein, nur die besondere Form, in der sie sich vollzieht, kann zur Begründung von Homologien benutzt werden.

In ähnlicher Weise wie wir es hier bei der Erklärung der Mesodermbildung gethan haben, scheint es uns auch bei der Er-

örterung der Ursachen, welche die Verschiedenartigkeit von Entoderm und Ektoderm veranlasst haben, durchaus nothwendig physiologische Gesichtspunkte in Anwendung zu bringen. Daher betonen wir, dass beiden Körperschichten unmöglich ein feststehender, ihre histologische und organologische Weiterentwicklung im Voraus bestimmender Charakter gleich von Anfang an eingepflanzt worden sein kann, sondern dass derselbe sich allmählig und unter dem Einfluss der Existenzbedingungen entwickelt hat. Daraus folgt weiter, dass eine Ungleichheit zwischen Ektoderm und Entoderm nur in so weit bestehen kann, als sie durch die Verschiedenheit der Beziehungen zur Aussenwelt in's Leben gerufen wurde. Ist nun diese Verschiedenartigkeit so gross als man für gewöhnlich angenommen hat? Die verneinende Antwort auf diese Frage ist schon im Wesentlichen in den Erörterungen enthalten, mit welchen wir die Lehre von dem zwischen den Keimblättern und der Gewebebildung bestehenden Causalnexus bekämpft haben und bei denen wir zu dem Resultat gekommen sind, dass keine einzige Gewebsform existirt, welche in ihrem Vorkommen auf eine der beiden primären Körperschichten beschränkt ist. Ein sprechendes Beispiel dafür, dass selbst bei verwandten und unter ähnlichen Bedingungen lebenden Formen Ektoderm und Entoderm in ganz verschiedener Weise auf den Einfluss der Aussenwelt reagiren, liefern uns die Zoantharien, bei denen der wichtigste Theil der Körpermuskulatur das eine Mal (bei den meisten Actinien) aus dem Entoderm, das andere Mal (beim Cerianthus) aus dem Ektoderm stammt. Man kann ja immerhin die alte Charakteristik des Entoderms und Ektoderms, beziehentlich Entoblasts und Ektoblasts, als der vegetativen und animalen Körperschichten oder Keimblätter beibehalten, doch sei damit fernerhin kein scharfer Gegensatz ausgedrückt, sondern nur der Gedanke angedeutet, dass die eine Zellenschicht vermöge ihrer Lagerung mehr auf die vegetativen, die andere mehr auf die animalen Functionen angewiesen ist. Und selbst dieser Satz, trotz seiner wenig bestimmten Fassung bedarf noch einer Einschränkung. Unter den animalen Organen sind es nur die Sinnesorgane, das Centralnervensystem und die peripheren sensiblen Nerven, für deren Entwicklung das Ektoderm günstigere Bedingungen gewährt. Dagegen lässt es sich nicht absehen, wesshalb die motorischen Nerven und die Muskulatur nicht ebenso gut im Entoderm ihren Mutterboden haben sollten, wie dies bei den Actinien auch in der That der Fall ist.

Und so können wir denn unsere Discussion beenden. Nach zwei Richtungen müssen die Ansprüche, die man vielfach an die Blättertheorie gestellt hat, eingeschränkt werden. Die Keimblätter — das lehren jetzt schon zahlreiche Thatsachen — sind weder organologische, noch sind es histologische Einheiten. Es ist nicht möglich, wenn man die Entwicklung eines Organs in einem Thierstamm kennt, dieses Resultat auf alle übrigen Thierstämme zu übertragen. Die gemeinsame Stammform, — Haeckel's Gastraea, — muss jedenfalls als eine organologisch und histologisch noch indifferente Urform angenommen werden und damit ist die Möglichkeit gegeben, dass unter den Descendenten die Gewebe nnd Organe sich in einer verschiedenen Weise differenzirt haben. Wie in der Systematik vom jetzigen Standpunkt der Entwicklungstheorie aus die am Anfang dieses Jahrhunderts herrschende Annahme einer einreihigen Descendenz der Thiere sich als falsch herausgestellt hat, so geht es jetzt auch mit den Anschauungen der Forscher, welche auf der Keimblättertheorie fussend eine Homologie der Organe und Gewebe im ganzen Thierreich annehmen. Wie die Umbildungsfähigkeit der einzelnen Zellen, so ist auch die Umbildungsfähigkeit der Keimblätter eine sehr mannichfache und kann sich in der Hervorbringung von Organen und Geweben in der verschiedensten Weise bethätigen. Wie dies in den grösseren Thierabtheilungen geschieht, darüber können uns erst zahlreiche Detailuntersuchungen Aufklärung geben. Für jede einzelne Thierclasse haben wir klarzulegen, 1) wie sich die primären Bildungsschichten, Ektoblast und Entoblast, in die definitiven Schichten und Organe umwandeln und 2) wie sich die Zellen in den einzelnen Schichten histologisch differenzirt haben.

Literaturverzeichniss.

A. Literatur zum speciellen Theil.

1. Agassiz, A., On Arachnactis brachiolata, a species of floating Actinia found at Nahant, Massachusetts. Journ. of the Boston Soc. of Nat.-Hist. Vol. VII p. 525—531 1863 February.

2. Derselbe. Sur le développement des tentacules des Arachnactis et des Edwardsies. Archives de Zool. expér. et génér. T. II p. XXXVIII —XXXX. 1873.

3. Agassiz, Eliz. and A., Seaside-studies. 1871.

4. Agassiz, Louis, Lettre adressée à M. Alexandre de Humboldt, communiquée par M. Duvernoy (extrait). Comptes rendus. T. XXV p. 677—682. 1847.

5. Derselbe. Contributions to the Natural History of the United States. Vol. III.

5ª. Derselbe. Contributions etc. Vol. IV.

6. Allman, J. G., On the Homological Relations of the Coelenterata. Transact. of the Roy. Soc. of Edinburgh. Vol. XXVI. 1872. p. 459—467.

7. de Blainville, M., Article Zoophytes im Dictionnaire des Sciences Naturelles T. 60. 1830. (Auch besonders erschienen als Manuel d'actinologie.)

8. delle Chiaje, St., Brevi cenni sulle Attinie. Memorie sulla storia e notomia degli animali senza vertebre del regno di Napoli. II. p. 228—240. Napoli 1825.

9. Claus, C., Bemerkungen über Ctenophoren und Medusen. Zeitschrift f. wissenschaftl. Zoologie. Bd. XIV. p. 384—393. 1864.

10. Cobbold, T. Spencer, Observations on the Anatomy of Actinia. Annals and Magazine of Nat. Hist. Ser. II. Vol. XI. p. 121—123.

11. Contarini, N., Trattato delle Attinie ed Osservazioni sopra alcune di esse viventi nei Contorni di Venezia. 1844.

12. Dana, James, Corals and Coral Islands. 1872.

13. Dana, James, Structure and Classification of Zoophytes. Philadelphia. 1846. (Citirt nach Hollard.)

14. Duchassing, P. et Michelotti, J., Mémoire sur les Coralliaires des Antilles. Memorie della reale Academia di Torino. Ser. II. T. XIX p. 279—365. 1860.

15. Duncan, P. M., On the nervous system of Actinia. Prt. I. Proceed. of the Roy. Soc. of London. Vol. XXII p. 263—276. 1874.

16. Erdl, Beiträge zur Anatomie der Actinien. Müller's Archiv 1842 p. 303—306.

17. Frey und Leuckart, Beiträge zur Kenntniss wirbelloser Thiere des Norddeutschen Meeres. 1847.

18. Gosse, Henry, Actinologia Britannica. A History of the British Sea Anemones and Corals. 1860.

19. Haacke, W., Zur Blastologie der Korallen. Jenaische Zeitschrift Bd. XIII. p. 269—320.

20. Haime, Jules, Mémoire sur le Cérianthe (Cerianthus membranaceus). Annales des Scienc. Nat. Zool. 4e Série. T. I p. 341—389. 1854.

21. v. Heider, A., Sagartia troglodytes Gosse, ein Beitrag zur Anatomie der Actinien. Sitzungsberichte der Kais. Acad. zu Wien. Math. naturw. Klasse Bd. 75. Abth. 1. p. 367—414. 1877.

22. Hollard, H., Monographie anatomique du genre Actinia de Linné, considéré comme type du groupe général des Polypes Zoanthaires (d'après les Act. senilis et equina). Annales des Scienc. Nat. Zool. 3. Sér. T. XV p. 257—291.

23. Kling, O., Muskelepithelien bei Anthozoën. Vorläufige Mittheilung. Morphologisches Jahrbuch Bd. IV p. 327. 1878.

24. Kölliker, A., Beiträge zur Kenntniss der Geschlechtsverhältnisse und der Samenflüssigkeit wirbelloser Thiere. 1841.

25. Derselbe, Icones histiologicae. II. Abth. Heft 1. 1865.

26. Korotneff, M. de, Organes des sens des Actinies. Archives de Zool. expér. et génér. T. V. p. 203—208. 1876.

27. Kowalevsky, A., Untersuchungen über die Entwicklung der Coelenteraten. Mit 8 Tafeln. Nachrichten der Kaiserl. Gesellschaft der Freunde der Naturerkenntniss, der Anthropologie und Ethnographie. Moskau 1873. (Russisch.) Jahresbericht von Hofmann und Schwalbe. 1875. Bd. II.

28. Derselbe. Göttinger Nachrichten Jahrg. 1868 p. 154—159.

29. Lacaze Duthiers, H. de, Développement des Coralliaires. Premier mémoire. Actiniaires sans Polypier. Archives de Zool. expérim. et génér. T. I. p. 289—396. 1872.

30. Derselbe. Deuxième mémoire. Actiniaires à polypiers. Ebenda T. II p. 269—348. 1873.

31. Ludwig, H., Ueber das Rötteken'sche Auge der Actinien. Nachricht. der Gesellsch. der Wissensch. zu Göttingen. 1875. p. 491—500.

32. Milne Edwards, H., Histoire Naturelle des Coralliaires ou Polypes proprement dits. T. I. 1857.

33. Moebius, K. und Meyer A., Beschreibung der Edwardsia dodecimcirrata Sars aus der Kieler Bucht. Archiv f. Naturg. Jahrgang 29. Bd. I. p. 70—75.

34. Moseley, H. N., On new forms of Actiniaria dredged in the Deep Sea with a Description of certain Pelagic Surface swimming Species. Transactions of the Linnean Society. Zool. 2. Ser. Vol. I p. 295—305.

35. Quatrefages, A. de, Mémoire sur les Edwardsies, nouveau genre de la famille des Actinies. Annales des Scienc. Nat. Zool. 2e série. T. XVIII p. 65—109. 1842.

36. Rapp, W., Ueber die Polypen im Allgemeinen und die Actinien im Besonderen. Weimar 1829.

37. Derselbe. Untersuchungen über den Bau einiger Polypen des mittelländischen Meeres. Nova Acta Acad. Caes. Leopold. Carol. T. XIV p. 645—658. 1828.

38. Schneider und Rötteken, Ueber den Bau der Actinien und Corallen. Sitzungsberichte der oberhessischen Gesellschaft März 1871 (existirt nur als Separatabdruck, da die Sitzungsberichte für 1871 nicht erschienen sind), ferner Annals and Magaz. of Nat. Hist. 4. Ser. Vol. VII p. 437—441.

39. Schwalbe, G., Ueber den feineren Bau der Muskelfasern wirbelloser Thiere. Archiv f. mikroskop. Anat. Bd. V p. 205—259.

40. Spix, Mémoire pour servir à l'histoire de l'asterie rouge, Asterias rubens Linné; de l'actinie coriacée, Actinia coriacea Cuv. et de l'alcyon exos. Annales du Museum d'histoire naturelle T. XIII p. 438—459. 1809.

41. Stoliczka, Ferd., On the Anatomy of Sagartia Schilleriana and Membranipora Bengalensis, a new Coral and a Bryozoon living in brackish water at Port Canning. Journal Asiat. Soc. Bengal. Vol. XXXVIII Prt. II p. 28—63. 1869.

42. Thorell, On der innre byggnaden of Actinia plumosa. Öfvers. kongl. vetenskaps-akad. Förhandl. XV. p. 7—25. (Citirt nach Leuckart's Bericht im Archiv f. Naturgesch. Jahrg. 26. Bd. II. Literatur des Jahres 1859. p. 205.)

43. Wagner, R., Entdeckung männlicher Geschlechtstheile bei den Actinien. Archiv f. Naturgesch. Jahrg. 1. Bd. I p. 215—219. 1835.

44. Derselbe. Ueber männliche Medusen und Nachweisung doppelter Geschlechtsverhältnisse durch das ganze Thierreich. Froriep's neue Notizen. Bd. XII, p. 97—102. 1839.

45. Ehrenberg, G., Beiträge zur Kenntniss der Corallenthiere des rothen Meeres. Abhandlungen der Berliner Academie aus dem Jahre 1832. p. 225—380. 1834.

46. v. Heider, A., Cerianthus membranaceus Haime. Ein Beitrag zur Anatomie der Actinien. Sitzungsber. der K. Acad. d. Wissensch. zu Wien. Bd. LXXIX. I. Abth. März-Heft. Jahrg. 1879.

47. Oscar Hertwig, Ueber das Nervensystem der Actinien. Sitzungsberichte der Jenaischen Gesellschaft f. Medicin u. Naturwissenschaft. Jahrg. 1879. Sitzung vom 4. Juli.

48. Richard Hertwig, Ueber die Geschlechtsorgane der Actinien. Ebenda. Sitzung vom 1. August.

48a. Derselbe, Ueber die Geschlechtsorgane der Coelenteraten und ihre systematische Bedeutung. Ebenda. Sitzung vom 7. November.

B. Literatur zum Allgemeinen Theil.

49. Allman, On the anatomy and physiology of Cordylophora. Philosophical Transactions of the royal society of London. Vol. 143. 1853.

50. Angelo Andres, On a new genus and species of Zoanthina Malacodermata (Panceria spongiosa). Quarterly jour. of microsc. sciences. N. S. Vol. XVII.

51. v. Beneden, Ed., De la distinction originelle du testicule et de l'ovaire. Bulletins de l'Académie royale de Belgique 2me série T. XXXVII. N. 5. 1874.

52. Chun, Carl, Das Nervensystem und die Muskulatur der Rippenquallen. Habilitationsschrift. Leipzig 1878 auch erschienen in Abhandl. der Senckenberg. Gesellschaft. Bd. XI p. 181—230.

53. Derselbe, Die im Golf von Neapel erscheinenden Rippenquallen. Mittheilungen der zoolog. Station in Neapel. Bd. I, Heft 2, p. 180—218. 1878.

54. Derselbe, Histologische Bemerkungen über Rippenquallen. Zool. Anzeiger. Bd. II p. 329—332. 1879.

55. Clark, H. J., Prodromus of the History, Structure and Physiology of the order Lucernariae. Boston Journal of Nat. Hist. Vol. VII, p. 531—567. 1863.

56. Derselbe, Lucernaria, the Coenotype of Acalephae. Proc. of the Boston Soc. of Nat. Hist. Vol. IX, p. 47—54. 1865.

57. Derselbe, Lucernaria and their Allies. A Memoir on the Anatomy and Physiology of Haliclystus auricula and other Lucernarians, with a discussion of their relations to other Acalephae, to Beroids and Polypi. Smithsonian Contributions to Knowledge 1878.

58. Claus, Carl, Studien über Polypen und Quallen der Adria. I. Acalephen. Denkschr. der Wiener Academie, Math.nat. Cl. Bd. 38. Abth. 1. 1877.

59. Derselbe, Untersuchungen über Charybdea marsupialis. Arbeiten aus dem zool. Institut zu Wien. Bd. I, p. 221—276. 1878.

60. Derselbe, Ueber Halistemma Tergestinum nebst Bemerkungen über den feineren Bau der Physophoriden. Arbeiten aus dem zoologischen Institute zu Wien. Bd. I p. 1—56. 1878.

60[a]. Derselbe, Grundzüge der Zoologie. IV. Aufl. Bd. I. 1879.

61. Eimer, Th., Die Medusen, physiologisch und morphologisch auf ihr Nervensystem untersucht. Tübingen 1879.

62. Goette, Die Entwickelungsgeschichte der Unke. Leipzig 1875.

62[a]. Haeckel, E., Generelle Morphologie. Bd. II. Berlin 1866.

62[b]. Derselbe, Arabische Korallen. Berlin 1875.

63. Derselbe, Die Kalkschwämme. Bd. I. Berlin 1872.

64. Derselbe, Die Gastraeatheorie, die phylogenetische Classifikation des Thierreichs und die Homologie der Keimblätter. Jenaische Zeitschrift f. Naturwissenschaft. Bd. VIII. Jena 1874.

65. Derselbe, Nachträge zur Gastraeatheorie. Daselbst, Bd. XI.

66. Hertwig, Oscar, Untersuchungen über den Bau und die Entwickelung des Cellulose-Mantels der Tunicaten. Jenaische Zeitschrift f. Medicin und Naturwissenschaft. Bd. VII.

67. Hertwig, Oscar u. Richard, Das Nervensystem und die Sinnesorgane der Medusen, monographisch dargestellt. Leipzig 1878.

68[a]. Hertwig, Oscar u. Richard, Der Organismus der Medusen und seine Stellung zur Keimblättertheorie. Jena 1878.

68[b]. Hertwig, Richard, Ueber Leptodiscus medusoides, eine neue den Noctilucen verwandte Flagellate. Jenaische Zeitschrift. Bd. XI. 1877.

69. His, Die Häute und Höhlen des Körpers. Basel 1866.

70. Huxley, On the anatomy and the affinities of the family of the Medusae. Philosophical Transactions of the Royal Society of London. 1849.

71. Derselbe, Oceanic Hydrozoa. London 1859.

72. Derselbe, Grundzüge der Anatomie der wirbellosen Thiere. Deutsche Ausgabe von W. Spengel. Leipzig 1878.

73. Kleinenberg, Hydra. Leipzig 1872.

74. Kling, O., Ueber Craterolophus Tethys. Ein Beitrag zur Anatomie und Histiologie der Lucernarien. Morphologisches Jahrbuch. Bd. V. p. 141—166. 1879.

75. Koch, G. v., Anatomie der Orgelcoralle, (Tubipora Hemprichi Ehrbg.) Jena 1874.

76. Kölliker, A., Anatomisch-systematische Beschreibung der Alcyonarien. Abhandl. d. Senckenb. Naturf. Gesellschaft. Bd. VII u. VIII. 1872.

77. Derselbe, Icones histiologicae. II. Leipzig 1865.

78. Derselbe, Entwicklungsgeschichte des Menschen und der höheren Thiere. 2. Auflage. Leipzig 1879.

79. Korotneff, A., Histologie de l'hydre et de la lucernaire. Archives de Zoologie expérimentale et générale. T. V. 1876.

80. Kowalevsky, Embryologische Studien an Würmern und Arthropoden. Mémoires de l'Académie impériale des Sciences de St. Pétersbourg. VII. série. T. XVI. N. 12.

81. Derselbe, Zur Entwicklungsgeschichte der Alcyoniden Sympodium coralloides und Clavularia crassa. Zoologischer Anzeiger. II. Jahrg. No. 38.

82. Lankester, E. Ray., On the primitive cell-layers of the embryo as the basis of genealogical classification of animals and on the origin of vascular and lymph systems. Annals and Magaz. of Nat. Hist. Ser. IV. Vol. XI. 1873. p. 321—338.

83. Derselbe, Notes on the embryology and classification of the animal kingdom; comprising a revision of speculations relative to the origin and significance of the germ-layers. Quarterly Journ. of microsc. sciences. N. S. Vol. XVII. p. 399—454.

84. Leydig, Lehrbuch der Histologie 1857.

85. Moseley, On the structure and relations of the Alcyonarian Heliopora caerulea with some account of the anatomy of a species of Sarcophyton, notes on the structure of species of the genera Millepora, Pocillopora and Stylaster etc. Philosophical Transactions of the royal society Vol. 166 pt. I.

86. Schulze, F. E. Untersuchungen über den Bau und die Entwicklung der Spongien. V. Die Metamorphose von Sycandra raphanus. Zeitsch. f. wiss. Zool. Bd. 31 p. 262—295.

87. Derselbe, Untersuchungen etc. VII. Die Familie der Spongidae. Ebenda. Bd. 32 p. 593—660.

88. Derselbe, Ueber den Bau und die Entwicklung von Cordylophora lacustris. 6 Tafeln. Leipzig 1871.

89. Derselbe, Ueber die Structur des Tunicatenmantels und sein Verhalten im polarisirten Lichte. Zeitschr. f. wissensch. Zoologie. Bd. 12. 1863.

90. Schwalbe, G., Mikroskopische Anatomie des Sehnerven, der Netzhaut und des Glaskörpers. Graefe und Saemisch, Handbuch der gesammten Augenheilkunde. Bd. I. Leipzig 1874.

91. Semper, C., Ueber die Entstehung der geschichteten Cellulose-Epidermis der Ascidien. Arbeiten aus dem zool. zootom. Institut zu Würzburg. Bd. II p. 1—24.

92. Taschenberg, Otto, Anatomie, Histiologie und Systematik der Cylicozoa Leuckart, einer Ordnung der Hydrozoa. Inaugural-Dissertation. Halle 1877; auch erschienen in Zeitsch. f. d. ges. Naturwiss. f. Sachsen und Thüringen. Bd. 49.

93. Thompson, Allen, Address delivered at the Plymouth Meeting of the british association for the advancement of science. 1877.

94. Waldeyer, Eierstock und Ei. Leipzig 1870.

Berichtigung.

Auf Seite 624 Bd. XIII Zeile 1 u. 2 von unten ist anstatt „Forbes“ „Eschscholtz“ zu lesen.

In der Tafelerklärung auf Seite 633—640 Bd. XIII sind die Tafelnummern I—X in die Nummern XVII—XXVI umzuändern.

Zur

Kenntniss der Embryosackentwicklung einiger Angiospermen.

von

Dr. Alfred Fischer.

Hierzu Tafel II—V.

Durch die zahlreichen Arbeiten Hofmeisters über den Embryosack war eine Fülle eigenthümlicher Vorgänge aufgedeckt worden, und wenn es ihm auch nicht gelang, den wahren Sachverhalt zu erkennen, so hat er wenigstens das grosse Verdienst, die Wissenschaft auf diese interessanten Erscheinungen aufmerksam gemacht zu haben. Trotzdem nun die Hofmeister'schen Untersuchungen vor beinah drei Decennien erschienen waren, hatte bis vor zwei Jahren es Niemand versucht, die Vorgänge im Embryosack erneuter Prüfung zu unterwerfen.

Vor allen Dingen war die Untersuchung frischen Materiales nicht dazu geeignet, diese schwierigen Fragen genügend zu lösen. An wenigzelligen Eichen, wie denen von Orchis, Monotropa, ja selbst von Campanula, gelingt es ohne vorherige Praeparation die einzelnen Stadien der Entwicklung an den intacten Eichen zu verfolgen.

Die grosse Mehrzahl der Ovula muss auf Schnitten untersucht werden, und da es bei den fraglichen Studien wesentlich auf die Erkenntniss der Zelltheilungen und Kernbildungen ankommt, so ist natürlich bei frischem Material der Einfluss der Untersuchungsflüssigkeit zu gross, um ungetrübte Bilder erwarten zu dürfen.

Sollten also diese wichtigen Fragen ihrer Lösung näher geführt werden, so musste eine Verbesserung der Untersuchungsmethode unabweislich erscheinen. Dies gelang nun Strasburger

auf das glücklichste, indem er eine Erhärtung des Materials durch absoluten Alcohol vornahm. Durch zahlreiche Controluntersuchungen an frischen Objecten hat Strasburger dargethan, dass durch den Alcohol durchaus nicht andere Bilder entstehen, als wie sie der jeweilige Zustand des Protoplasmas auch im Leben würde geliefert haben. Das so fixirte Plasma wird von Glycerin nicht im geringsten verändert, so dass mit dieser Untersuchungsflüssigkeit das erhärtete Material die schönsten Resultate liefert. Legt man dasselbe vor der Präparation noch 24 Stunden lang in ein Gemisch von absolutem Alcohol und Glycerin, so schneidet sich jedes Object in vorzüglicher Weise, so dass auch die Schwierigkeiten der Präparation zum Theil hinwegfallen.

Viele andere Vortheile dieser Methode lernt man erst durch längeren Gebrauch kennen, so dass nicht nur für den speciellen Fall der vorliegenden Untersuchung dieses Verfahren mit viel Glück angewendet werden kann, sondern auch für jedes andere mikroskopische Studium der Pflanzen, bei dem es sich nicht um directe Beobachtung der Lebenserscheinungen handelt, zu empfehlen ist.

Mit dieser vortrefflichen Methode gelang es Strasburger, die Entwicklungsgeschichte des Embryosackes in allen Stadien festzustellen.

Bereits in seinem Buche über „Befruchtung und Zelltheilung" hatte Strasburger die Bildung des Eiapparates und der Gegenfüsslerinnen auf Theilungen des Embryosackkernes zurückgeführt und die bis dahin geläufige Annahme einer freien Kern- und Zellbildung im Embryosack zurückgewiesen. Die Embryosackzelle wurde bereits hier als eine sich vergrössernde Tochterzelle der Embryosackmutterzelle bezeichnet, sowie auch das Schicksal der übrigen Tochterzellen seine Aufklärung fand.

Alle diese Vorgänge beschrieb Strasburger für Orchis pallens und Monotropa Hypopitys und lieferte viele bestätigende Bilder für das fertige Stadium bei anderen Pflanzen. Für den befruchtungsfähigen Keimsack stellte Strasburger die Dreizahl der Zellen im Eiapparat und in dem Chalazaende als Regel auf und machte zuerst auf die eigenthümliche Entstehung des Embryosackkernes aus der Vereinigung zweier Kerne aufmerksam.

Unterdessen war die Anatomie des Ovulums, vorwiegend seiner jüngsten Zustände, in einer längeren Abhandlung von Warming[1]),

[1]) „De l'ovule." Annales des sciences naturelles. IV. Serie. V. Bd.

besprochen worden. Der Nachweis einer fertilen, subepidermoidalen Zellschicht an den jungen Ovularhöckern wurde für eine grosse Anzahl Pflanzen erbracht. Ferner zeigte Warming, dass meist die mittlere Zelle dieser Schicht zur „Urmutterzelle" (Strasburgers „Mutterzelle") des Embryosackes wird; auch erkannte er zuerst die Bildung der Tapetenzellen. Dieselben sind kleine Zellen, welche durch quere Theilung der subepidermoidalen Zellen entstehen und von denjenigen dieser Schicht gebildet werden, welche später als Embryosackmutterzellen thätig sind. Den Zerfall derselben in mehrere, über einander liegende Zellen wies Warming für eine grosse Anzahl Angiospermen nach und machte auf die bedeutende Quellbarkeit der hierbei auftretenden Scheidewände zuerst aufmerksam. Weiter verfolgte Warming die Entwicklung des Embryosackes nicht.

Den Nachweis, dass die schon früher [1]) beschriebene Verdrängungserscheinung im Angiospermenreich eine weite Verbreitung besitzt, sowie die Bestätigung seiner Angaben über die Theilungen des Embryosackkernes liefert Strasburger in seinem neuen Werke: „Die Angiospermen und die Gymnospermen." Auch für die Embryosackentwicklung der Coniferen und Gnetaceen werden besonders für die jüngeren Stadien Resultate mitgetheilt, deren Uebereinstimmung mit den Vorgängen bei den Angiospermen viel interessante Anknüpfungspunkte für beide Gruppen gewährt.

Noch vor dem Erscheinen der eben besprochenen Arbeit lieferte Vesque Beiträge zur Kenntniss der Embryosackbildung [2]). Seine Resultate über die Bildung der Zellgruppen in den Enden des Keimsackes sind den von Strasburger vertretenen Ansichten so entgegengesetzt, dass nur in aller Kürze die wesentlichsten Streitpunkte hervorgehoben seien mögen.

Die Anlage der Mutterzelle und ihr Theilungsvermögen wird von Vesque kurz abgehandelt und nach dem Vorgange Warmings gedeutet. Vesque beschreibt für einige Pflanzen den Zerfall der Mutterzelle in 3, 4, auch noch mehr Zellen, was für die meisten Fälle bereits von andrer Seite Bestätigung gefunden hat.

Während nun nach Strasburger diese Zellen bis auf eine der Verschleimung anheimfallen und nur diese eine Zelle zum Embryosack heranwächst, sollen nach Vesque alle (meist 4) Zellen an der Bildung des Keimsackes sich betheiligen, so dass nach

[1]) Vergl. Strasburger, Befrucht. u. Zellth. p. 26 etc.

[2]) „Développement du sac embryonaire des Phanérogames angiospermes." Annales d. sciences nat. VI. Serie. VI. Bd.

dieser Ansicht der Embryosack als eine „durch Fusion mehrerer Zellen entstandene Höhle“ [1]) betrachtet werden kann.

Ferner liefert nach Strasburger der Embryosackkern durch wiederholte Zweitheilungen die Gegenfüsslerinnen, den Eiapparat und die beiden verschmelzenden Kerne; Vesque dagegen lässt den Eiapparat aus der obersten (seiner ersten) Tochterzelle durch Tetradenbildung hervorgehen. Die zweite Zelle, deren Scheidewand gegen die Zelle „Eins“ vollständig resorbirt wird, ohne dass ein Zusammenfliessen des Protoplasmas eintreten soll, liefert das Lumen des Embryosackes. Die Zellen „Drei“ und „Vier“ theilen sich nicht und werden zu Anticlinen, oder es findet in ihnen die Bildung von Tochterzellen statt, für welche Vesque den Namen Antipoden reservirt wissen will.

Die Zelle „Zwei“ theilt sich entweder nicht, so dass ihr Kern direct zum Embryosackkern wird, oder auch sie bildet Tetraden, so dass schon in ihr Antipodenzellen entstehen.

In dem letzteren Falle nun, sagt Vesque, sei die Strasburger'sche Deutung mit seinen Beobachtungen vereinbar. Die Verschmelzung zweier Kerne zum Embryosackkerne giebt Vesque für einige Fälle, besonders der letzteren Kategorie, zu.

Auch durch die neuerlich in die botanische Zeitung aufgenommene Notiz von Vesque [2]) über neue Beobachtungen, deren Resultate jetzt Anspruch auf Vollständigkeit haben sollen, sind die Streitfragen nicht gelöst. So lange Vesque die Verdrängungserscheinung nicht beobachten kann, so lange werden die Differenzen beider Anschauungsweisen so grosse sein, dass an eine ausführliche Berücksichtigung der Vesqueschen Resultate nicht zu denken ist.

Durch die reichhaltigen Mittheilungen über unseren Gegenstand in Strasburgers neuestem Werke [3]) sind die Vesqueschen Ausführungen mehr als zweifelhaft geworden, die früheren Angaben Strasburgers dagegen haben erneute Bestätigung gefunden. Eine ansehnliche Anzahl Pflanzen hat in ihrer Embryosackentwicklung die grössten Uebereinstimmungen kund gegeben, so dass es jetzt nur noch darauf ankam, die gewonnenen Gesichtspunkte zu befestigen, die Folgerungen durch neue Beweise zu sichern.

In diesem Sinne machte mich Herr Hofrath Strasburger, unter dessen fördernder Leitung zu arbeiten mir vergönnt war,

[1]) Warming, bot. Zeit. 1878. No. 47.
[2]) Bot. Zeit. 1879. No. 32.
[3]) „Die Angiospermen und die Gymnospermen.“ Jena 1879.

auf dieses interessante Thema aufmerksam. Die Untersuchung wurde im botanischen Institute zu Jena gemacht, und sage ich meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Hofrath Strasburger, für die freundliche Unterstützung, welche er mir im Verlaufe der Arbeit an Rath und Belehrung zu Theil werden liess, an dieser Stelle meinen besten Dank.

Vor der speciellen Betrachtung der einzelnen Entwicklungsgeschichten mag es erlaubt sein, einige Bezeichnungen festzustellen, welche lediglich in der Absicht gewählt wurden, in vorliegender Arbeit weitläufige Umschreibungen mit einem Worte decken zu können.

Diejenige Zelle der subepidermoidalen Schicht, welche als Initiale für die Embryosackentwicklung anzusehen ist, nenne ich nach dem Vorgange Strasburgers[1]) die Mutterzelle des Embryosackes. Die Bildung von Tapetenzellen gehört noch nicht zur Thätigkeit der Mutterzelle, so dass in Fällen, wo solche gebildet werden, erst nach beendeter Abgabe derselben durch die Zellen der subepidermoidalen Schicht die Mutterzellen des Embryosackes constituirt werden.

Die beiden Zellen, welche bei der ersten Theilung der Mutterzelle entstehen und durch eine besonders stark quellbare Wand getrennt sind, möchte ich primäre Tochterzellen nennen. Oben bezeichnet stets die Richtung nach der Mikropyle hin, unten die entgegengesetzte nach der Chalaza hin, so dass Bezeichnungen, wie: die obere, primäre Tochterzelle dem Verständniss keine Schwierigkeiten bereiten. Die Theilungsproducte der primären Tochterzellen werde ich secundäre Tochterzellen nennen.

Diejenige Zelle nun, welche den Embryosack bildet und allein von den sämmtlichen Tochterzellen der Embryosackmutterzelle zu weiterer Entwicklung bestimmt ist, bezeichne ich, wie Strasburger bereits vorgeschlagen, als Embryosackzelle.

Ihrem Kerne möchte ich den Namen „Embryosackkern" beilegen. Die aus seiner Theilung hervorgehenden Kerne im oberen und unteren Ende des Embryosackes werde ich seine primären Tochterkerne nennen. Ihre Theilungsproducte seien als secundäre Tochterkerne bezeichnet. Da mit der nochmaligen Theilung derselben ein wesentlicher Unterschied des je vierten Kernes gegenüber den 3 andern Kernen bedingt ist, möchte ich für diesen Kern einen besonderen Namen vorschlagen.

Die drei Kerne im Chalazaende, um welche die Gegenfüss-

[1]) Angiospermen und Gymnospermen p. 5.

lerinnen sich später ausbilden, nenne ich die „Gegenfüsslerkerne“, den vierten Kern den „unteren Polkern“. Im oberen Ende des Keimsackes mögen die beiden Schwesterkerne, welche in die Synergiden aufgenommen werden, den Namen „Synergidenkerne“ führen; die beiden anderen unterscheide ich als „Eikern“ und „oberen Polkern“, je nachdem sie später das Ei bilden oder mit dem unteren Polkern sich vereinigen. Dieses Verschmelzungsproduct sei als „Centralkern“ des Embryosackes bezeichnet.

Ausgehend von den Vorkommnissen, welche uns alle gekrümmten Ovula darbieten, ist es einleuchtend, dass zur Vergleichung der Insertionsverhältnisse im Eiapparat der verschiedenen Eichen nur diejenigen Schnitte geeignet sind, welche die hier einzige Symmetrieebene in sich aufnehmen. In den meisten Fällen bieten sich auf solchen Schnitten die beiden Synergiden neben einander im Scheitel, das Ei etwas tiefer inserirt, scheinbar ihnen angehängt, dar. Es ist klar, dass wenn nur Schnitte durch die Symmetrieebene zur Vergleichung herangezogen werden, es ein Leichtes sein wird, andere Insertionsverhältnisse, als die verbreiteten, aufzufinden und verständlich zu beschreiben. Anders bei den orthotropen Ovulis mit ringförmigem Integument. Um hier die Lagerungsverhältnisse im Embryosack mit den Vorkommnissen bei gekrümmten Eichen vergleichen zu können, giebt es nur einen Ausweg, welcher auch keine durchaus sichere Orientirung gestattet. Es seien von orthotropen Eichen nur solche Schnitte zur Vergleichung herangezogen, in denen sich beide Synergiden neben einander, nicht sich deckend zeigen, da man wohl annehmen kann, dass in den meisten Fällen diese Schnittebene der einzigen Symmetrieebene der gekrümmten Eichen entspricht. Diese Betrachtung sei dem speciellen Theile mit der Bemerkung vorausgeschickt, dass die Vergleichung der Insertionsverhältnisse in den verschiedenen Embryosäcken von den gewonnenen Gesichtspunkten aus ermöglicht wurde.

Der Ausschluss der gamopetalen Dicotylen kam anfangs nur zufällig zu Stande und erst später wurden absichtlich nur Monocotylen und Dialypetalen untersucht, da die Gamopetalen durch Herrn Jönsson, welcher gleichzeitig im botanischen Institut in Jena den vorliegenden Gegenstand in Angriff genommen hatte, bearbeitet worden sind.

Specieller Theil.

I. Monocotylen.

Bei Elodea canadensis stehen in dem Fruchtknoten drei orthotrope, mit zwei Integumenten versehene Ovula. Fig. 1, Taf. I zeigt die Mutterzelle des Embryosackes in dem mächtig entwickelten Nucellus. Ihr Kern beginnt sich zu theilen, die eine der beiden neben einander liegenden Tapetenzellen hat eine Etagentheilung erlitten.

Als Regel kann dieses Verhalten nicht aufgestellt werden, da eben so oft Bilder zur Beobachtung gelangen, in denen beide Tapetenzellen ungetheilt sind (Fig. 2). Die Mutterzelle lässt sich leicht bis zur subepidermoidalen Schicht zurückverfolgen.

Die beiden primären Tochterzellen theilen sich und es entstehen somit vier über einander liegende Schwesterzellen, deren untere, sich zum Embryosack vergrössernd, die drei anderen verdrängt (Fig. 2). In Fig. 3, Taf. I sind Eiapparat und Gegenfüsslerinnen wohl entwickelt. Der obere Polkern befindet sich noch am Ort seiner Entstehung, während der untere, von Plasma umgeben, seine Wanderung nach dem oberen Theile des Keimsackes bereits angetreten hat. In Fig. 4 hat der untere Polkern den oberen, der ihm nur um Weniges entgegengekommen ist, erreicht.

In Fig. 3, Taf. 1 ist der Fadenapparat der Synergiden einigermaassen entwickelt. Die Synergiden selbst führen in ihrem hinteren Ende eine wohl umschriebene Vacuole, in ihrem vorderen Theile den Kern. Sie schliessen sich somit dem typischen Bau dieser Gebilde, wie ihn zuerst Strasburger[1]) festgestellt hat, an.

Das Ei ist tiefer inserirt und wird zum Theil von den Gehülfinnen überdeckt. Die Kleinheit der Gegenfüsslerinnen hängt mit ihrer baldigen Resorption zusammen.

Die Lagerung der Zellen im Eiapparat der Figur 4 ist abnorm. Solche Bilder erhält man oft, dagegen bedarf es langen Suchens nach Präparaten, wie in Fig. 3, Taf. I.

Alisma Plantago hat in jedem der zahlreichen Fächer des Fruchtknotens ein amphitropes Ovulum. Die Abstammung der Mutterzelle aus der subepidermoidalen Schicht ist aus Fig. 5a,

---

[1]) Befruchtung und Zelltheilung p. 31.

Taf. II leicht ersichtlich. Diese Zelle theilt sich und giebt nach oben eine kleinere ab, deren Bildung in Fig. 5b vorliegt. Die vielmal grössere untere Zelle verdrängt die obere und wird zur Embryosackzelle. Ihr Kern hat in Fig. 6 bereits die primären Tochterkerne gebildet, welche durch zweimalige Zweitheilung in gewohnter Weise den Eiapparat und die Gegenfüsslerinnen erzeugen.

Fig. 7, Taf. II zeigt die Bildung der secundären Tochterkerne; die Kerne sind schon fertig und durch Kernfäden verbunden. In Fig. 8 haben die Zellgruppen in den Enden des Embryosackes ihre Ausbildung erreicht, während die Polkerne noch nicht gegen einander gewandert sind.

Die Synergiden führen vorn ihren Kern, hinten eine Vacuole und verdecken theilweise das tiefer inserirte Ei. Die Gegenfüsslerinnen sind äusserst klein und werden sehr bald aufgelöst, so dass es mir zweifelhaft erscheint, ob es bei ihnen immer zu Wandbildungen kommt. In Fig. 8 ist dies nicht der Fall, doch sind mir zahlreiche Präparate erinnerlich, bei denen die Scheidewände zu beobachten waren.

Die Vereinigung der Polkerne geschieht erst nach der Befruchtung, wie dies Fig. 9 erkennen lässt. Die Eizelle hat bereits bedeutend an Grösse zugenommen, die Synergiden sind in Auflösung begriffen und die Verschmelzung der beiden Kerne findet in der Mitte des unterdessen sehr verlängerten Embryosackes statt. Hier legt auch der obere Polkern einen längeren Weg zurück, um sich mit dem unteren zu vereinigen, welcher gleichfalls an der Bewegung Theil nimmt.

Allium fistulosum, dessen Kenntniss wir Strasburger verdanken[1]), stimmt mit Alisma sowohl in der spät eintretenden Verschmelzung der Polkerne, als auch in der nur einmaligen Theilung der Mutterzelle überein. Der Eiapparat von Alisma bietet dagegen nicht die Abweichungen der Insertion dar, welche für Allium characteristisch sind.

Bemerkenswerth ist an den Eichen von Alisma die einseitige Ausbildung zweier Integumente. Dieselben sind nur an der convex gekrümmten Seite entwickelt, dagegen zeichnet sich die entgegengesetzte durch den Mangel des äusseren Integumentes aus. In Fig. 5a, Taf. I beginnt eben das letztere sichtbar zu werden. Fig. 5 stellt das Eichen ohne Funiculus dar mit zwei Integumenten an der convexen Seite.

---

[1]) Angiospermen und Gymnospermen p. 19.

Bei Triglochin palustre ist die Herkunft der Mutterzelle aus der unter der Epidermis gelegenen Schicht leicht zu ermitteln. In Fig. 10, Taf. II bezeichnet die Bildung einer Tapetenzelle dasjenige Glied der subepidermoidalen Zellreihe, welches als Initiale der Embryosackentwicklung thätig sein wird. Die Tapetenzelle kann sich in zwei neben einander liegende Theile spalten (Fig. 11) oder es tritt eine Wand auf, welche dieselbe in zwei über einander liegende Hälften zerlegt (Fig. 13). Die Mutterzelle zerfällt zunächst in zwei Zellen, deren jede abermals einer Zweitheilung unterliegt, so dass in Fig. 13 drei Zellen über der nunmehr sich vergrössernden Embryosackzelle liegen. Zugleich belehrt uns diese Figur über die Verschleimung der Schwesterzellen des Embryosackes. Der Embryosackkern theilt sich und liefert die primären Tochterkerne. Eiapparat und Gegenfüsslerinnen gehen aus ihnen durch zweimalige Verdoppelung hervor; desgleichen die beiden Polkerne, welche in der Mitte des Keimsackes zum Centralkern verschmelzen (Fig. 14, Taf. II). Die Synergiden führen hier keine Vacuolen im hinteren Ende, wohl aber liegt der Kern im vorderen. Das Ei ist sehr tief inserirt und besitzt vorn eine Vacuole hinten dagegen den grössten Theil des Protoplasma mit dem Kern. Die Antipoden sind in Dreizahl vorhanden und bieten keine Besonderheiten dar.

Fig. 15 zeigt ausnahmsweise zwei Embryosäcke in einem Ovulum. Die Polkerne liegen noch in den Enden der Keimsäcke. In dem linksgelegenen Embryosack ist die Scheidewandbildung sowohl an der Gegenfüsslergruppe als am Eiapparat vollendet, dagegen vermissen wir jede Andeutung einer trennenden Wand im Mikropyltheile des rechten Embryosackes.

Das Auftreten zweier vollkommen entwickelter Keimsäcke in einem Eichen ist eine seltene Erscheinung. Bis zum Verdrängungsstadium werden wir noch oft eine gleichmässige Entwicklung zweier, ja selbst mehrerer Mutterzellen in einem Ovulum antreffen, wie besonders die Rosaceen uns hierfür treffliche Beispiele liefern werden. Das Sonderbare unseres Präparates wird noch dadurch erhöht, dass die beiden Embryosäcke nicht direct einander berühren, sondern durch eine Reihe langgestreckter Zellen getrennt werden. Es liegt somit die Annahme von ursprünglich drei Mutterzellen nahe, von denen die mittelste in ihrer weiteren Entwicklung nach wenigen Theilungen unterdrückt wurde. Ihre Tochterzellen scheiden jetzt die beiden Embryosäcke, welche durch

ihr Wachsthum die einzelnen Glieder der mittleren Tochterzellreihe zu bedeutender Längsstreckung veranlasst haben.

Auch bei Triglochin ist, wie bei Alisma, die Ausbildung des äusseren Integumentes auf die convex gekrümmte Seite des anatropen Ovulums beschränkt.

Mit dieser einseitigen Förderung der Integumentbildung, welche hier noch ausgeprägter auftritt als wie bei Alisma, steht die eigenthümliche Entwicklung des Eichens in engstem Zusammenhang. Die Figuren 10—12 Taf. II mögen zur Illustration dieses Vorganges dienen. Es sei zunächst bemerkt, dass Fig. 11 und 12 gleich orientirt sind, dass dagegen von Fig. 10 das Spiegelbild zu denken ist, um dieselbe Orientirung zu erlangen.

Ferner wird es nicht überflüssig sein zu erwähnen, dass die Ovula mit dem Funiculus gezeichnet sind, und dass die Richtung des Pfeiles an der Chalazaseite die Ausdehnung der Placenta von oben nach unten andeutet.

Das Eigenthümliche der Entwicklung ist nun darin zu suchen, dass die Krümmung des Eichens im Anfang ausschliesslich durch die mächtige Entwicklung der beiden Integumente an der convexen Seite bedingt ist. Erst später betheiligt sich der Nucellus und vor allen Dingen der Funiculus selbst an der Hervorbringung der Apotropie. Bei den meisten gekrümmten Eichen wird von früh herein die Krümmung durch das Wachsthum des Nucellus, zum mindesten des Funiculus besorgt. Es erschien deshalb der Mühe werth, auf die eigenthümliche Ursache der beginnenden Apotropie der Triglochineichen aufmerksam zu machen.

Die Eichen bekommen dadurch eine Gestalt, welche den Nucellus seitlich zum Funiculus erscheinen lässt, wie besonders Fig. 11 dieser Annahme günstig sein würde. Zieht man jedoch Fig. 10 zu Rathe, so wird man leicht sich überzeugen können, dass der hier nur angedeutete Funiculus und der Nucellus in einer Richtung liegen und dass erst die schon hier beginnende Integumentwucherung die scheinbar seitliche Stellung hervorbringt.

Carex praecox ordnet sich durchaus dem verbreiteten Typus der Embryosackentwicklung unter. Der Ausgangspunkt derselben ist hier in einer tiefer gelegenen Schicht des Nucellus zu suchen, wie Fig. 16 Taf. II wahrscheinlich macht. Leider steht mir jüngeres Material nach der Blüthezeit der Caricineen nicht mehr zur Verfügung, um diese interessante Frage zweifellos zu entscheiden.

Die Mutterzelle zerfällt in 4 secundäre Tochterzellen, deren

untere zum Keimsack auswächst. Die übrigen werden verdrängt, wie Fig. 17 zeigt. Eiapparat und Gegenfüsslerinnen werden in gewohnter Weise angelegt, desgleichen verschmelzen die je vierten Kerne (Fig. 18) später zum Centralkern (Fig. 19).

In Fig. 18 deckt die Synergide links den Eikern, so dass es scheinen möchte, als ob dieselbe zwei Kerne besässe; ebenso fallen die Vacuolen des Eies und der rechten Gehülfin über einander. In Fig. 19 liegen die Insertionsverhältnisse des Eiapparates klar vor.

Die Gegenfüsslerinnen sind in beiden Figuren deutlich und wie gewöhnlich in Dreizahl vorhanden. Sie zeichnen sich durch ihre Kleinheit und ihre kurze Existenz aus.

Von Gramineen wurden ausführlich untersucht: Alopecurus pratensis, Ehrharta panicea, Sesleria coerulea und Melica nutans.

Die drei erst genannten stimmen in ihrer Embryosackentwicklung überein, während Melica ein abweichendes Verhalten zeigt, auf welches nach gemeinsamer Besprechung der drei andern Gramineen zurückzukommen sein wird. Da das Theilungsvermögen der Mutterzelle am eingehendsten bei Alopecurus pratensis studirt wurde, mag zunächst diese Pflanze besprochen werden, für Ehrharta und Sesleria sollen die betreffenden Thatsachen nachträglich Erwähnung finden. Auf der anderen Seite wurde die Bildung des Eiapparates, sowie die ausgiebige Vermehrung der Gegenfüsslerinnen ausführlicher bei Ehrharta panicea verfolgt. Es mag daher gerechtfertigt erscheinen, die Vorgänge im Embryosack dieser Pflanze genauer zu beschreiben, und die diesbezüglichen Bilder für Alopecurus und Sesleria mit einer kurzen Erläuterung folgen zu lassen.

Die Embryosackmutterzelle liegt bei Alopecurus direct unter der Epidermis (Taf. III, Fig. 30). Die primären Tochterzellen mit stark gequollener Scheidewand sind in Fig. 31 abgebildet. Der Kern der unteren ist in Theilung begriffen; es wurde eine Kernspindel fixirt. Beide primäre Tochterzellen theilen sich nochmals, so dass wir auch hier vier Zellen aus der Mutterzelle hervorgehen sehen (Fig. 32, Taf. III). In allen diesen Präparaten konnte man zwischen der Epidermis und der obersten Zelle eine starke Quellung bemerken (Fig. 32), welche sogar bis zur völligen Auflösung dieser Zelle führen kann (Fig. 33).

In Fig. 32 hat sich die unterste Tochterzelle zur Embryosackzelle verlängert, die übrigen lassen bereits Spuren ihrer be-

ginnenden Desorganisation erkennen. Die Bildung der primären Tochterkerne liegt in Fig. 33 vor. Die weitere Entwicklung dieser Theilungsproducte wollen wir, wie schon erwähnt, an Ehrharta verfolgen.

Zunächst seien aber für diese Pflanze und für Sesleria diejenigen Zeichnungen erklärt, welche das Verhalten der Mutterzelle betreffen.

Bei Sesleria zerfällt die Mutterzelle in vier Zellen (Fig. 37, Taf. III), deren untere zum Embryosack auswachsend ihre drei Schwesterzellen verdrängt (Fig. 38). Auch bei Sesleria tritt zwischen der Epidermis, welche am Scheitel des Ovulums stets eine Verdopplung erfährt, und der obersten Tochterzelle eine starke Quellung der Wände ein, welche uns in ihrer Function sofort verständlich wird, wenn wir Fig. 38 zu Rathe ziehen. Während der Verdrängung nehmen die Nucelluszellen bedeutend an Umfang zu und pressen die verschleimende Masse nach der Stelle hin, an welcher schon früher eine Lockerung des Gewebes durch die beschriebene Quellung hervorgerufen wurde (Fig. 38).

Die Mutterzelle von Ehrharta ist in Fig. 20, Taf. II abgebildet. Auch hier werden vier secundäre Tochterzellen gebildet, von denen die untere zum Embryosack auswächst, während die anderen der Desorganisation verfallen (Fig. 21, Taf. II).

In Fig. 22, Taf. III hat sich die Embryosackzelle verlängert, ihr Kern verdoppelt. Seine primären Tochterkerne nehmen je ein Ende des Keimsackes ein. Im unteren Theile desselben hat sich eine Vacuole zwischen der Wand und der Protoplasmaansammlung um den unteren Kern gebildet, welche wir als eine constante Erscheinung für Ehrharta noch oft antreffen werden. Dieselbe Vacuolenbildung im Chalazaende des Embryosackes beschreibt Strasburger für Senecio vulgaris[1]); wir werden sehen, dass unsere Vacuole auch in ihrem weiteren Verhalten mit dem für Senecio geschilderten Gebilde übereinstimmt.

Fig. 23, Taf. III zeigt die secundären Tochterkerne noch in ihrer Abstammung von den primären, indem protoplasmatische Fäden zwischen den Schwesterkernen den vorausgegangenen Theilungsact erkennen lassen. Die abermalige Theilung dieser Kerne liegt in Fig. 24 vor. In beiden Figuren ist die kleine Vacuole im unteren Ende des Keimsackes deutlich wahrzunehmen. Die Theilungsfigur der Synergidenkerne kommt nicht vollständig zur Be-

---

[1]) Angiospermen u. Gymnospermen p. 10.

obachtung, da die Theilungsebene gegen die Schnittebene schief geneigt ist. Die letztbesprochene Figur 24 wurde noch dadurch wichtig, dass mit ihrer Hülfe die etwas abweichende Insertion des Eies auf ihre erste Ursache konnte zurückgeführt werden. Aus Fig. 25 folgt mit Gewissheit, dass das Ei links an der Seitenwand angeheftet ist; Fig. 27 um 90° gegen Fig. 25 gedreht, hebt alle Zweifel über die Insertion des Eies. Zugleich lieferte Fig. 24 einen neuen Beweis für die Schwesterkernnatur des oberen Polkernes und des Eikernes.

Dieselbe seitliche Anheftung des Eies findet sich bei Allium fistulosum und wurde von Strasburger ausführlich beschrieben [1]). Die Synergiden theilen sich dagegen bei Ehrharta, wie gewöhnlich, in den Scheitel des Embryosackes, so dass hierin diese Pflanze weniger abweichende Verhältnisse als Allium darbietet.

In Fig. 25 ist die Ausscheidung einer Wand um die Zellen des Eiapparates und der Gegenfüsslergruppe erfolgt. Die beiden Polkerne liegen noch an ihren entsprechenden Entstehungsorten. Die unterste Gegenfüsslerin hat, wie bei Senecio [2]), die kleine Vacuole in sich aufgenommen und zwar in ihren hintersten Theil. Auch die beiden oberen Antipoden führen vorn Vacuolen. Fig. 26 zeigt den unteren Polkern auf seiner Wanderung nach dem Mikropyltheile begriffen. Der obere bleibt bei Ehrharta ruhig liegen, so dass der untere den ganzen Embryosack der Länge nach zu durchwandern hat, um sich mit dem oberen zum Centralkern zu vereinigen.

Zugleich belehrt uns dieselbe Figur über die Vermehrung der Gegenfüsslerinnen, deren zahlreiche Entwicklung im Keimsack der Triticeen bereits von Hofmeister [3]) beschrieben wurde. Der Kern jeder Antipode hat sich getheilt, so dass je 2 Kerne einer Zelle zukommen. Meistens treten bei diesem Vorgange Scheidewände auf, so dass die Zahl der Gegenfüsslerinnen verdoppelt wird.

Die links gelegene obere Gegenfüsslerin zeigt dieses Verhalten und es ist möglich, dass die Scheidewände der beiden anderen Zellen parallel der Schnittebene liegen, so dass sie nicht zu sehen sind. In der untersten derselben findet sich die Vacuole

1) Angiospermen u. Gymnospermen p. 19.

2) Angiospermen u. Gymnospermen p. 19.

3) Neue Beiträge zur Kenntniss der Embryobildung der Phanerogamen. II. p. 677, in Abhandl. der königl. sächs. Gesellsch. d. Wissensch. VII. Bd.

immer noch vor. In Fig. 27 war der erste Theilungsschritt der Antipoden in sämmtlichen drei Zellen von Wandbildung begleitet gewesen, so dass sechs Gegenfüsslerinnen entstehen mussten. Ihre Kerne unterliegen abermals einer Zweitheilung mit ausbleibender Scheidewandbildung, so dass im günstigsten Falle sechs Gegenfüsslerinnen mit je 2 Kernen zur Beobachtung kommen. In unserer Figur unterblieb die Kerntheilung in den beiden untersten Antipoden und der nächst oberen links, so dass hier nur die drei übrigen Zellen je zwei Kerne aufzuweisen haben. Die Vacuole in der untersten Gegenfüsslerin ist jetzt verschwunden.

Die Bildung des Centralkernes ist unterdessen erfolgt (Fig. 27); derselbe enthält die beiden getrennten Kernkörperchen der Polkerne.

Zunächst seien die Figuren für Alopecurus und Sesleria erklärt, den Gegenfüsslerinnen werden wir später nochmals unsere Aufmerksamkeit schenken.

Fig. 33, Taf. III zeigt, wie schon erwähnt, die Theilung des Embryosackkernes bei Alopecurus. Der Mikropyltheil des Embryosackes mit dem Eiapparat und dem Centralkern liegt in Fig. 36 vor. Die Zellwand am Scheitel ist stark gequollen. Die Insertion der Gehülfinnen an demselben bietet nichts Auffallendes dar, dagegen wird die Auffindung des Eies durch seine eigenthümliche Anheftung erschwert. Dasselbe ist in unserer Figur am Scheitel etwas seitlich inserirt und wird von den Synergiden bedeckt. Es unterscheidet sich leicht von denselben durch den Mangel einer hinteren Vacuole, welche jeder Gehülfin zukommt. In seinem Mikropyltheil führt das Ei ebenfalls eine Vacuole, welche aber im vorliegenden Falle durch das Protoplasma der Synergide bedeckt wird; ein kleiner Kreis soll ihre Lage andeuten. Der Centralkern führt noch die beiden unvereinigten Kernkörperchen der Polkerne. Seine Lage spricht dafür, dass auch bei Alopecurus der obere Kern ruhig liegen bleibt und der untere Polkern den langen Weg durch den ganzen Binnenraum des Embryosackes zurückzulegen hat, um mit dem oberen verschmelzen zu können.

Fig. 39, Taf. III endlich soll die Insertion des Eiapparates und die Bildung des Centralkernes bei Sesleria coerulea veranschaulichen. Der Scheitel des Keimsackes zeichnet sich durch starke Quellung aus. Das Ei ist hier seitlich an der Embryosackwand (in unserer Figur rechts) inserirt und wird von den viel kräftiger entwickelten Gehülfinnen an Grösse übertroffen. Von denselben sitzt die in unserer Figur links gelegene theils der Sei-

tenwand, theils dem Scheitel an und zwar mit der breiteren Seite an ersterer. Die andere Synergide ist der Mitte des Scheitels angeheftet, so dass ein kleiner Abschnitt desselben unbenutzt gelassen wird. Die Gehülfinnen führen hinten grosse Vacuolen, im Ei konnte das Vorkommen eines solchen Gebildes nicht ermittelt werden.

Der untere Polkern muss auch hier den ganzen Keimsack durchwandern, um den oberen Kern zu erreichen, welcher selbst an der Bewegung nicht theilnimmt.

Die Gegenfüsslerinnen von Alopecurus und Sesleria unterscheiden sich in ihrem späteren Verhalten von denen bei Ehrharta. Fig. 34 und 40, Taf. III zeigen diese Zellgruppen bei Alopecurus und Sesleria. Die Verdoppelung der Kerne ist bereits vollendet, ohne dass auch nur in einer Antipode eine Wandbildung stattgehabt hätte. Die somit zweikernigen Gegenfüsslerinnen erleiden meist eine nochmalige Kerntheilung, welche wiederum ohne Scheidewand auftritt, so dass in jeder der bedeutend heranwachsenden drei Antipoden vier Kerne anzutreffen sind. Zuweilen mögen wohl einige Kerntheilungen zu wirklichen Zelltheilungen führen; ebenso oft wird auch das Ausbleiben dieser oder jener Verdoppelung die Zwölfzahl der Kerne vermindern. Einige wenige Bilder sind mir zur Beobachtung gekommen, in denen ich zwölf Kerne zählen konnte. Gewöhnlich wird diese Zahl nicht erreicht, ebenso wie Vorkommnisse mit weniger als sechs Kernen zu den Seltenheiten gehören.

Der wesentlichste Unterschied zwischen den beschriebenen Bildungen und denen bei Ehrharta findet seine Begründung in dem Ausbleiben der Scheidewandbildung schon bei der ersten Kerntheilung. Hierdurch wird auch die Beibehaltung der Gestalt der ursprünglichen drei Gegenfüsslerinnen, wenn auch unter bedeutender Volumenzunahme, erklärlich.

Fig. 35, Taf. III stellt die fertigen Gegenfüsslerinnen bei Alopecurus dar. Das Bild ist einem Embryosack entnommen, dessen Eiapparat befruchtungsfähig war und dessen Polkerne eben im Begriffe standen sich zum Centralkern zu vereinigen. Die beiden oberen, ursprünglichen Gegenfüsslerinnen vergrössern ihr Volumen am bedeutendsten (auch bei Sesleria), dagegen fällt die Grössendifferenz der untern Antipode im gegenwärtigen Stadium und im Anfang nur wenig in die Augen. Nur die obere, linke Gegenfüsslerin enthält vier Kerne, in den beiden anderen Zellen ist ein

Theilungsschritt unterblieben, so dass sie nur je drei Kerne aufzuweisen haben.

Dieselben liegen stets (auch bei Sesleria) dicht beisammen, meist dem hinteren Ende der Zelle genähert. Sie sind von einem äusserst feinkörnigen, dichten Protoplasma umgeben, welches nur zarte, vielfach anastomosirende Fäden nach dem Wandbeleg aussendet. Meist ist die Plasmaansammlung um die Kerne scharf contourirt und tritt bei schwacher Vergrösserung als dunkler Ballen hervor.

Die beschriebene Vermehrung der Gegenfüsslerinnen bei den genannten Gramineen rief die Frage hervor: wie verhalten sich diese Zellen bei der Endospermbildung? Es lag die Vermuthung nahe, dass ihnen bei der Erfüllung des Embryosackes mit Endosperm eine wichtige Mitwirkung zukam.

Obgleich es nun nicht in dem Bereiche meiner Untersuchungen lag, die Veränderungen des befruchteten Embryosackes zu studiren, hielt ich es dennoch für die Deutung der Gegenfüsslerinnen überhaupt für wichtig, ihr ferneres Schicksal in diesem Falle zu verfolgen. Ich wählte Ehrharta panicea, welche Pflanze sich meinen Untersuchungen überhaupt sehr günstig erwiesen hat.

Das Endosperm verdankt auch hier der Theilung des Centralkernes seinen Ursprung. Es entsteht nicht durch freie Zellbildung, sondern auf dieselbe Weise, welche Strasburger neuerdings für Myosurus beschrieben hat[1]). Fig. 28 zeigt im Mikropylende des Embryosackes das befruchtete Ei und dicht unter ihm die beiden ersten Kerne des Endosperms, hervorgegangen aus der Theilung des Centralkernes. Ihre Herkunft ist aus ihrer gegenseitigen Lage leicht ersichtlich. Das Ei, bei Ehrharta seitlich inserirt, wohl aber etwas mit der einen Synergide verbunden (Fig. 25—27, Taf. III), muss natürlich durch deren Resorption in den Scheitel des Keimsackes rücken, so dass die abgebildete Anheftung des befruchteten Eies mit den jüngeren Stadien nicht im Widerspruch steht. Nach der Befruchtung erweitert sich das untere Ende des Embryosackes, vorwiegend nach einer Seite hin, so dass die Gegenfüsslerinnen, welche früher im Chalarzaende lagen, eine seitliche Stellung, wie in Fig. 28 erhalten. Sie sind hier noch wohl erhalten, ihre Kerne zeigen grosse, stark lichtbrechende Kernkörperchen, welche oft zu mehreren fast den ganzen Kern erfüllen. Fig. 29 stellt ein späteres Stadium dar; die Gegenfüss-

[1]) Bot. Zeit. 1879 p. 265 etc.

lerinnen haben ein Aussehen angenommen, welches auf ihre baldige, weitere Auflösung schliessen lässt. Die Kerne der späteren Endospermzellen sind in Theilung begriffen und zwar alle gleichzeitig [1]). Die Gegenfüsslerinnen werden schliesslich weiter desorganisirt, so dass man in reifen Samenkörnern kaum noch einzelne verschleimte Reste vorfindet. Die Antipoden bilden also keine Ausgangspunkte für die Endospermentwicklung; sie gehen vielmehr, wenn auch später und langsamer als bei andern Angiospermen, zu Grunde.

Wir können, ausgehend von dem gleichen Verhalten der drei besprochenen Gramineen, den Zerfall der Embryosackmutterzelle in vier, über einander liegende Tochterzellen und die Vermehrung der Gegenfüsslerinnen, oder wenigstens ihrer Kerne, als besonders characteristisch für die Mehrzahl der Gräser in Anspruch nehmen. Bei Koeleria cristata, Sorghum halepense, Briza media, Elymus arenarius und Secale cereale konnten keine Abweichungen von diesem Schema gefunden werden.

Die Gattung Melica (ich untersuchte M. nutans und M. altissima) bietet eigentlich keine typischen Verschiedenheiten dar. Der Vorgang der Embryosackentwicklung erscheint in seinen ersten Stadien verkürzt, auch die Zahl der Gegenfüsslerinnen und ihrer Kerne bleibt auf drei beschränkt.

Die Initiale der Entwicklung liegt auch hier direct unter der Epidermis, deren Zellen sehr bald durch peridine Wände sich verdoppeln (Fig. 41, Taf. II). Die Mutterzelle theilt sich in 2 Zellen (Fig. 42), in denen wir die primären Tochterzellen erkennen. Die nun folgende Verdoppelung der Kerne mit ausbleibender Scheidewandbildung führt zu einem Stadium, in dem zwei über einander liegende Zellen sich durch den Gehalt von je zwei Kernen auszeichnen. Die untere Zelle ist um das Doppelte grösser, als die über ihr liegende. Fig. 43 und 47 mögen zur Illustration dieser Verhältnisse bei M. nutans und altissima dienen.

Durch das Auftreten einer Vacuole in der Mitte der unteren, zweikernigen Zelle werden die beiden Kerne aus einander gebracht und kommen je in ein Ende der sich nunmehr als Embryosack kundgebenden Zelle zu liegen (Fig. 43). Gleichzeitig wird die obere, kleinere, zweikernige Zelle resorbirt und durch den sich vergrössernden Embryosack verdrängt. Hierbei sind die beiden Kerne in der verschleimenden Masse lange Zeit sichtbar, so dass

[1]) Vergl. Strasburger in bot. Zeit. 1879.

die Feststellung der geschilderten Verhältnisse mit wenig Schwierigkeiten verknüpft ist. (Fig. 44 für M. nutans, Fig. 48 für M. altissima.) Die beiden Kerne der unteren, grösseren Zelle verdoppeln sich (Fig. 45) und so geht in gewohnter Weise durch nochmalige Theilung der Eiapparat und die Gegenfüsslergruppe hervor. Fig. 46 zeigt für M. nutans diese Bildungen, sowie die in Verschmelzung begriffenen Polkerne. Das Ei stimmt in Bezug auf seine seitliche Insertion mit dem der oben beschriebenen Gramineen überein. Die eine Synergide wird von der anderen verdeckt, jedoch ist ihr Kern deutlich sichtbar. Die Gegenfüsslerinnen treten stets nur in Dreizahl auf und gehen zeitig zu Grunde, so dass Melica auch hierin einen bedeutenden Unterschied, der Mehrzahl der Gräser gegenüber, aufzuweisen hat. Die Deutung der ersten Entwicklungsstadien liegt auf der Hand: die beiden zweikernigen Zellen sind die primären Tochterzellen, in denen es wohl zu einer secundären Kerntheilung kommt, ohne dass aber die Ausbildung der Scheidewände erfolgte.

Das Interesse an diesem Vorgang wird dadurch erhöht, dass die beiden Kerne der unteren primären Tochterzelle die Function der primären Tochterkerne des Embryosackkernes übernehmen. Auf diese Weise geht das Stadium der „Embryosackzelle mit dem Embryosackkern“ vollständig verloren und aus der primären Tochterzelle wird sofort der Embryosack mit den primären Tochterkernen.

Man könnte auch die beiden Tochterzellen der Embryosackmutterzelle als Embryosackzellen betrachten, die Theilung ihrer Kerne als ersten Schritt zur Ausbildung des Eiapparates etc. in beiden Zellen. Diese Deutung würde für Melica constant zwei Embryosackzellen annehmen, wie wir oft bei den Rosaceen mehrere, nebeneinander liegende jugendliche Embryosäcke antreffen werden. In unserem Falle würden dieselben über einander liegen und ein und derselben Mutterzelle entstammen. Auch derartige Vorkommnisse sind durch die Untersuchungen Strasburger's [1]) für die Rosaceen (Rosa livida) bekannt worden, so dass diese Annahme einige Berechtigung besässe. Gegen eine solche Gleichwerthigkeit der beiden Zellen spricht die constante Ausbildung der unteren zum Embryosack. Niemals wurde Förderung der oberen und Verdrängung der unteren Zelle beobachtet. Ja selbst in den zahlreich untersuchten Eichen fand sich niemals eine gleichmässige

[1]) Angiospermen u. Gymnospermen p. 14.

Weiterentwicklung beider Zellen zu Embryosäcken. Man ist daher wohl berechtigt, die erste Deutung gelten zu lassen und eine verkürzte Entwicklung anzunehmen. Für diese Ansicht, welche für die Vorgänge bei Melica eine Rückbildung in Anspruch nehmen würde, spricht auch die kurze Existenz der nur wenig entwickelten Gegenfüsslerinnen. Jedenfalls liefert Melica ein interessantes Beispiel, wie auf diesem Wege es leicht zum constanten Auftreten zweier Embryosäcke in einem Eichen kommen kann. Auf alle Fälle kann das Ausbleiben der secundären Scheidewände zu abnormen Vorkommnissen Veranlassung geben, wie beispielsweise zur Ausbildung zweier Embryosäcke aus einer Mutterzelle.

Melica nächstverwandte Genera, wie Koelerica, Briza und Molinia verhalten sich wie die übrigen, untersuchten Gramineen, so dass Melica einstweilen vereinzelt dasteht. Der Anschluss an die übrigen Gräser kann aber, wie gezeigt wurde, leicht geschehen.

Bei Luzula pilosa bildet die subepidermoidale Zelle, welche später zur Mutterzelle des Embryosackes wird, sehr bald eine Tapetenzelle, die einer anticlinen Theilung unterliegt (Fig. 49, Taf. III). Die beiden neben einander liegenden Theilzellen zerfallen noch durch eine pericline Wand in je zwei Zellen, so dass im Ganzen vier Tapetenzellen in zwei Reihen zu je zwei Gliedern vorhanden sind (Fig. 50). Dieselbe Figur führt uns die primären Tochterzellen vor. Fig. 51 stellt ein weiter vorgerücktes Stadium dar, dem die Bildung der secundären Tochterzellen vorausgeht. Die unterste derselben wird zur Embryosackzelle und verdrängt ihre drei Schwesterzellen (Fig. 51). Diejenigen Vorgänge, welche durch mehrmalige Theilung des Embryosackkernes die Entstehung des Eiapparates und der Gegenfüsslerinnen veranlassen, sind oft genug beschrieben worden, so dass ich auf ihre ausführliche Darlegung diesmal verzichten kann. Ich begnüge mich also damit, in Fig. 52 das Bild eines reifen Embryosackes zu geben.

Die beiden Synergiden nehmen den Scheitel desselben ein und führen, von der Regel abweichend, die Vacuole in ihrem vorderen, den Kern von Plasma umgeben in dem hinteren Theile. Das Ei ist unterhalb der Synergiden inserirt und bietet keine Besonderheiten dar. Die Gegenfüsslerinnen sind äusserst klein und, wie gewöhnlich, in Dreizahl vorhanden. Der Centralkern führt ein sehr grosses Kernkörperchen und lässt keine Spur seiner Zusammensetzung aus den beiden Polkernen erkennen.

Ueberblicken wir kurz die für Monocotylen gewonnenen Resultate, so ergeben sich zunächst für die Ausbildung der Zellgruppen in den Enden des Embryosackes und die Entstehung seines Centralkernes die grössten Uebereinstimmungen. Die Zellen des Eiapparates treten stets in Dreizahl auf und erleiden nie eine Vermehrung, ja selbst ein Ausbleiben eines Theilungsschnittes wurde bis jetzt nur ausnahmsweise bei Ornithogalum beobachtet [1]. Somit treten immer zwei Synergiden auf, deren Kerne in demselben Verhältnisse als Schwesterkerne zu einander stehen, wie der Eikern zum oberen Polkern. Für die beiden Gehülfinnen lässt sich die Insertion am Scheitel als Regel aufstellen, von welcher für Sesleria und Allium fistulosum Abweichungen zu verzeichnen sind. Die Anheftung des Eies ist bereits grösseren Schwankungen unterworfen. So treffen wir dasselbe unterhalb der Synergiden, scheinbar an dieselben angehängt, an der Embryosackwand inserirt, bei Luzula, Triglochin, Carex, Alisma und Elodea, ferner bei Nothoscordum [2]. Mit den Synergiden theilt das Ei die gemeinschaftliche Befestigung am Scheitel des Keimsackes, so dass, je nach der zur Beobachtung kommenden Seite, es von denselben bedeckt wird oder auf ihnen zu liegen scheint, bei: Alopecurus und Melica, ebenso bei Orchis [3], Gymnadenia [4], Ornithogalum [5], Gladiolus [6], Crocus vernus [7] und Funkia [8]. Besonderes Interesse gewähren die übereinstimmenden Lagerungsverhältnisse im Eiapparat von Sesleria und Allium fistulosum [9], denen sich in einigen Beziehungen Ehrharta anschliesst. Während bei Ehrharta die beiden Synergiden noch den Scheitel des Embryosackes einnehmen, finden wir das Ei von seiner halbapicalen Insertion neben denselben, wie sie uns etwa bei Alopecurus auffiel, an die Seitenwand des Embryosackes gerückt (Fig. 26, Taf. III). Bei Sesleria und Allium verliert auch die eine Synergide ihre apicale Befestigung, so dass hier nur eine Gehülfin die Mitte des Scheitels einnimmt. Die andere Synergide und das Ei finden unterhalb des Embryosackscheitels an je einer Seitenwand ihren Platz [10].

---

[1] Vergl. Strasburger: Befr. u. Zellth. p. 38.
[2] ibid. Taf. VI, Fig. 33. [3] ibid. Taf. II. Fig. 85.
[4] ibid. Taf. III, Fig. 99. [5] ibid. Taf. V, Fig. 1.
[6] ibid. Taf. V, Fig. 13. [7] ibid. Taf. V, Fig. 23.
[8] ibid. Taf. VI, Fig. 25.
[9] Vergl. Strasburger: Angiospermen u. Gymnospermen p. 19.
[10] Für Sesleria vergl. Fig. 51. Für Allium fistulosum: Strasburger l. c. Taf. VI, Fig. 83—85.

Die Gegenfüsslerinnen werden stets in Dreizahl angelegt. Vorübergehend ist ihre Existenz bei Alisma, Triglochin, Orchis und bei der Mehrzahl der untersuchten Monocotylen. Dagegen zeichnen sich die Gegenfüsslerinnen der Gramineen durch ihr bedeutendes Theilungsvermögen und ihre verhältnissmässig spät eintretende Resorption aus. Eine ähnliche Vermehrung der Antipoden beschreibt Strasburger für Ornithogalum [1]) als Ausnahmefall.

Die Vereinigung der beiden Polkerne wird in doppelter Weise erreicht. Einmal bewegen sich beide Kerne gegen einander und ihre Verschmelzung findet in der Mitte des Embryosackes statt, das andere Mal dagegen nimmt der obere Polkern an der Bewegung nicht Theil und der untere muss den ganzen Embryosack durchwandern, um seine Vereinigung mit dem oberen Polkern zu ermöglichen. Das erstere Verhalten zeigen: Luzula, Alisma, Carex, Triglochin, ferner Orchis. Ornithogalum und Nothoscordum [2]). Die zweite Art der Annäherung der betreffenden Kerne wurde mit Sicherheit festgestellt für Elodea und die untersuchten Gramineen. Nach den Zeichnungen Strasburger's würde Allium fistulosum sich den genannten Pflanzen anschliessen. Die Verschmelzung der beiden Polkerne findet in den meisten Fällen vor der Befruchtung statt. Bei Alisma und Allium fistulosum [3]) dagegen tritt dieser Vorgang erst während des Anlegens der Pollenschläuche oder gar erst nach vollzogener Befruchtung ein.

Die Bildung von Tapetenzellen wurde nur bei Triglochin und Luzula beobachtet. Nach Strasburger findet sich dieselbe bei Tritonia [4]), Anthericum, Tradescantia, ausnahmsweise auch bei Hemerocallis. Die Mutterzelle geht aus der subepidermoidalen Schicht hervor bei Eloda, Alisma, Triglochin, den Gramineen und Luzula, während ihr Ursprung bei Carex in einer tiefer gelegenen Schicht des Nucellus zu suchen ist. Mit der Bildung von primären Tochterzellen erschöpft sich bei Alisma und Allium fistulosum [5]) die Thätigkeit der Mutterzelle. Durch nochmalige Theilung der unteren dieser Tochterzellen werden drei Zellen gebildet bei Orchis, Gymnodenia [6]) und Anthericum. Vier secundäre Tochterzellen endlich gehen bei den Gramineen, bei Elodea,

[1]) Befruchtung und Zelltheilung. Taf. V, Fig. 7.

[2]) Die letzten drei nach den Strasburger'schen Zeichnungen in „Befruchtung und Zelltheilung" beurtheilt.

[3]) Strasburger: Angiospermen u. Gymnospermen p. 21.

[4]) l. c. [5]) l. c. p. 19. [6]) l. c. p. 24.

Triglochin, Carex, Luzula und nach Strasburger[1]) bei Tritonia, Sisyrinchium und Hemerocallis aus der Mutterzelle hervor.

Die Wände, welche die einzelnen Tochterzellen trennen, zeichnen sich durch ihre starke Quellung aus, besonders ist die zuerst entstehende Wand stärker gequollen als die späteren, so dass man sich leicht über die Entstehungsfolge der einzelnen Zellen orientiren kann. In allen Fällen zeigt die unterste Tochterzelle frühzeitig bedeutende Grössenzunahme. Sie entwickelt sich stets und ausschliesslich zum Embryosack. Zwei Keimsäcke in einem Eichen wurden ein einziges Mal und zwar bei Triglochin beobachtet.

II. Dialypetale Dicotylen.

Bei Chenopodium foetidum wird bald eine Tapetenzelle abgegeben, welche sich fast regelmässig in zwei nebeneinander liegende Hälften spaltet (Fig. 1, Taf. III). Sie betheiligen sich durch pericline Vermehrung an dem Aufbaue des Nucellus und drängen die auch hier der subepidermoidalen Schicht entstammende Mutterzelle tiefer in das Gewebe des jugendlichen Eichens zurück. Die Abkömmlinge der beiden fraglichen Zellen ordnen sich in Längsreihen, welche oft ziemlich genau in die Verlängerung der Mutterzelle zu liegen kommen, die Klarlegung ihres Verhaltens erschwerend. In Fig. 4, Taf. IV wurde die Tapetenzelle nicht in zwei nebeneinander liegende Zellen getheilt, so dass nur eine Längsreihe ihren Abkömmlingen entspricht. Fig. 5, Taf. IV eignet sich sehr gut dazu, das Verhalten der Tapetenzellen zu demonstriren und deren Nachkommen von den Tochterzellen der Embryosackmutterzelle zu unterscheiden. Am Scheitel des Ovulums erleidet die Epidermis frühzeitig eine pericline Verdopplung ihrer Elemente. Die Mutterzelle theilt sich hier nur einmal (Fig. 2, Taf. III), ausnahmsweise kann ihre untere Hälfte noch eine Theilung erfahren (Fig. 3, Taf. III). Fig. 4 und 5 (Taf. IV) zeigen die Verdrängung der einzigen Schwesterzelle der sich jetzt weiter entwickelnden Embryosackzelle. In Fig. 4 ist ihr Kern in Theilung begriffen; er liefert die primären Tochterkerne (Fig. 5). Schliesslich geht der Eiapparat und die Gegenfüsslergruppe aus dem oberen resp. unteren Kerne hervor. Fig. 6 stellt einen befruchtungsfähigen Keimsack dar nach vollendeter Verschmelzung der beiden

---

[1]) Strasburger: Angiospermen u. Gymnospermen p. 17, 18.

Polkerne zum Centralkern. Die Gegenfüsslerinnen werden von den Zellen des Eiapparates mehrfach an Grösse übertroffen.

Gomphrena decumbens bietet der Untersuchung durch den sehr langen, gekrümmten Funiculus einige Schwierigkeiten dar, welche besonders bei der Aufsuchung älterer Stadien sich steigern. Fig. 7, Taf. IV zeigt uns die subepidermoidale Abstammung der Mutterzelle. In unserem Falle scheinen abnormer Weise zwei solche Ausgangspunkte der Embryosackentwicklung angelegt zu werden.

Eine Tapetenzelle wird abgegeben, welche, wie bei Chenopodium, sich der Länge nach spaltet, damit aber ihre weitere Entwicklungsfähigkeit beschliesst (Fig. 8). In derselben Figur, welche beide Integumente zur Anschauung bringt, hat sich die Epidermis am Scheitel des Ovulums bereits verdoppelt. Die untere primäre Tochterzelle erleidet eine nochmalige Theilung, so dass in Fig. 9, Taf. IV zwei desorganisirte Schwesterzellen über der heranwachsenden Embryosackzelle liegen. Die primären Theilhälften des Embryosackkernes verdoppeln sich und bringen durch nochmalige Theilung je vier Kerne in den Enden des Keimsackes hervor (Fig. 10). Die Gegenfüsslerinnen lassen ihre Scheidewände deutlich erkennen, dagegen war es unmöglich, zwischen den dicht beisammen liegenden Kernen im Scheitel eine trennende Wand aufzufinden. Die Polkerne haben ihre Wanderung noch nicht angetreten. In Fig. 11 nehmen die beiden Synergiden den oberen Pol des Embryosackes ein, während das Ei etwas tiefer inserirt ist und mit ihnen in Zusammenhang steht. Die Verschmelzung der beiden Polkerne tritt erst später ein. Aus ihrer Lage folgt, dass hier, wie bei mehreren Monocotylen der untere Polkern allein beweglich ist und somit durch den ganzen Embryosack schwimmen muss, um seine Vereinigung mit dem oberen zu bewerkstelligen.

Fig. 12, Taf. IV stellt ein Präparat dar, dessen Tauglichkeit durch den Schnitt leider herabgesetzt worden ist, dessen Besprechung ich aber umsomehr nicht versäumen möchte, als es zur Lösung principieller Fragen beitragen kann. Die beiden Synergiden nehmen ihren gewöhnlichen Platz ein, die beiden Polkerne in beginnender Verschmelzung lassen an Deutlichkeit nichts zu wünschen übrig. Neben ihnen liegen, durch das Messer aus ihrem Zusammenhang mit den Gehülfinnen gerissen, zwei Zellen, deren Deutung als unbefruchtete Eier zweifellos sicher steht. Sie besitzen den so oft für diese Gebilde beschriebenen Bau: im vorderen Theile eine Vacuole, an die sich nach hinten das Proto-

plasma mit dem Eikern anschliesst. Das Wichtige des Bildes finde ich nun darin, dass trotz dem Vorhandensein zweier Eizellen eine Verschmelzung der Polkerne stattfindet. Es muss also hier eine nochmalige Theilung des Eikernes, also des Schwesterkernes vom oberen Polkerne vorliegen, wie Strasburger für die normal zweieiigen Embryosäcke von Santalum album bereits früher angenommen hat[1]. Die Schwierigkeit der Präparation und die jedenfalls nur zufällige Vermehrung der Zellen des Eiapparates verhinderten mich, an Gomphrena eingehendere Untersuchungen über die angeregte Frage vorzunehmen.

Allionia nyctaginea schliesst sich insofern an Gomphrena an, als auch hier die Mutterzelle nur in drei Zellen zerfällt. Eine Tapetenzelle wird gleichfalls abgegeben. Sie spaltet sich in zwei nebeneinanderliegende Zellen, welche sich wieder quer theilen können (Fig. 13. 14, Taf. IV). Die Theilungsfolge der Tapetenzelle ist wohl hier dieselbe wie bei Chenopodium. Die einfache Zelle zerfällt erst in zwei nebeneinanderliegende Hälften, welche dann durch eine pericline Wand sich verdoppeln, so dass vier Tapetenzellen entstehen (Fig. 13, 15).

In Fig. 14 waren die primären Tochterzellen vorhanden, deren obere ausnahmsweise der Länge nach sich halbirt hat. Die bedeutend gequollenen Wände, sowie spätere Stadien sprechen für die Abnormität dieses Theilungsschrittes. Ebenso abweichend finden wir drei nebeneinanderliegende Tapetenzellen, in deren zweien die gewöhnlichen Etagentheilungen stattgefunden haben.

Die untere Tochterzelle halbirt sich, so dass in Fig. 15, Taf. IV drei Zellen über einander liegen, von denen die unterste zum Embryosack auswächst und die anderen verdrängt. Durch wiederholte Zweitheilung erzeugt der Embryosackkern in gewohnter Weise die Zellgruppen in den Enden des Keimsackes.

In Fig. 16, Taf. IV haben Eiapparat und Gegenfüsslerinnen bereits Scheidewände gebildet, während die ihnen zugehörigen Polkerne von Plasma umgeben noch an ihren Entstehungsorten verweilen. Erst später wandert der untere Polkern nach dem Mikropylende, um dort mit dem oberen zum Centralkern des Embryosackes zu verschmelzen (Fig. 17).

Fig. 19 zeigt die Anordnung der Zellen im Eiapparat, die beiden Synergiden im Scheitel des Keimsackes, das Ei etwas tiefer inserirt. Die eine Gegenfüsslerin wird von den beiden andern ver-

[1]) Vergl. Befrucht. u. Zellth. p. 48 u. Ang. u. Gymn. p. 25.

deckt. Mit Zuhülfenahme der Fig. 18, welche einen Schnitt darstellt, dessen Ebene senkrecht zu der des vorigen steht, kann man sich leicht über das Vorhandensein von drei Antipoden Aufklärung verschaffen.

Bei Sabulina longifolia entstammt die Mutterzelle der subepidermoidalen Schicht, welche hier zum ersten Male besonders scharf hervortritt (Fig. 20, Taf. IV). Der jugendliche Nucellus besteht im Ganzen aus sechs Zellschichten, von denen zwei auf die Epidermis kommen, zwei als subepidermoidale Schicht für uns besondere Wichtigkeit erlangen, während die innersten der beiden Reihen gleichsam in gemeinsamer Initiale endigen und dem Aufbaue des Ovularhöckers dienen. In unserer Figur haben die beiden mittleren Zellen der oft genannten Schicht je eine Tapetenzelle abgegeben. Anschliessend an das Verhalten derselben bei den bisher besprochenen Centrospermen, theilt sich die Tapetenzelle bei unserer Caryophyllee durch eine anticline Wand in zwei Hälften (Fig. 22), in denen zuweilen eine Etagentheilung zur Beobachtung kommt (Fig. 21). Gewöhnlich wird nur eine Mutterzelle gebildet, welche, bedeutend verlängert, sich zur Hervorbringung der primären Tochterzellen anschickt. In Fig. 21 wurde eine Theilung ihres Kernes fixirt. Die zellenbildende Thätigkeit beschränkt sich auf diese erste Theilung. Die untere primäre Tochterzelle wird zur Embryosackzelle und verdrängt die obere, welche bald der Auflösung anheimfällt.

In Fig. 23 liegt die Bildung der primären Tochterkerne vor, welche in Fig. 22 noch ohne trennende Vacuole die Pole des Embryosackes einnehmen. In der oberen verschleimenden Zelle tritt der Kern noch deutlich hervor. In Fig. 24 sind die Gegenfüsslerinnen bereits in Auflösung begriffen. Die Synergiden nehmen den Scheitel des Keimsackes ein, dagegen schwankt die Insertion des Eies zwischen gleichfalls apicaler wie in Fig. 24 und lateraler wie in Fig. 25. In ersterer Figur wird das Ei von den Synergiden bedeckt, ebenso der obere Polkern, welcher unter der rechten Gehülfin liegt. Der Bau dieser Gebilde gehört dem verbreiteten Typus an: eine Vacuole im hinteren, den Kern im vorderen Theile. In derselben Figur war der untere Polkern auf seinem Wege in den Mikropyltheil des Keimsackes begriffen, woselbst er sich mit dem unbeweglichen oberen Polkern vereinigt (Fig. 25, Taf. IV).

Wenn wir die von Strasburger untersuchte Polygonee, Polygonum divaricatum[1]), zum Vergleich heranziehen, so stellt

[1]) Angiospermen und Gymnospermen p. 5.

sich für die Centrospermen überhaupt eine weitgehende Uebereinstimmung in der Bildung von Tapetenzellen heraus. Besonders Allionia, Polygonum, Sabulina und Gomphrena gewähren durch eine constant auftretende Längswand und eine oft folgende Etagenwand viel gemeinschaftliche Berührungspunkte. Bei Chenopodium gestaltet sich die Theilungsfähigkeit der Tapetenzelle viel ausgiebiger, wie oben beschrieben wurde. Dagegen bestehen zwischen den einzelnen Repräsentanten der untersuchten Centrospermen grosse Differenzen in Bezug auf das Verhalten der Mutterzelle. Nur bei Polygonum zerfällt sie in vier Zellen. Bei Allionia und Gomphrena unterbleibt die Theilung der oberen der primären Tochterzellen, auf deren Bildung sich die Thätigkeit der Mutterzelle bei Sabulina und Chenopodium beschränkt.

Die constante Erscheinung der Tapetenzellen und die wechselnde Theilungsfähigkeit der Mutterzelle in der nicht zu grossen Classe der Centrospermen beweist uns, dass die Vorgänge der Embryosackentwicklung nur mit äusserster Vorsicht systematische Verwerthung finden können. Strasburger liefert für die Liliaceen [1]) gleichfalls den Beweis, wie mannigfaltig sich die fraglichen Verhältnisse selbst in einer Familie gestalten können.

Von Delphinium wurden D. tridactylon und D. villosum untersucht. Die erstere Species lieferte Figur 26 und 27, Taf. IV, die übrigen Zeichnungen sind Präparaten von D. villosum entnommen. Eine Tapetenzelle wird nicht gebildet, dagegen treten frühzeitig in der Epidermis pericline Theilungen ein (Fig. 26a, Taf. IV), welche den Nucellus an seiner Spitze aufbauen. Die Zellen ordnen sich dort in Längsreihen an, welche nach dem Embryosack convergiren (Fig. 26—28). Die Mutterzelle, auch hier der subepidermoidalen Schicht entstammend, zerfällt zunächst in zwei Zellen, deren obere in Fig. 26b eine weitere Theilung erfährt. Zuweilen werden zwei Mutterzellen angelegt (Fig. 26a), welche sich bis zur Verdrängung der übrigen Tochterzellen durch die untere gleichmässig entwickeln können (Fig. 28). Die untere der beiden primären Tochterzellen theilt sich ebenfalls noch einmal (Fig. 27). In dieser Figur liegt die Ausbildung der Scheidewand vor, welche die obere primäre Tochterzelle halbirt. Die unterste, secundäre entwickelt sich zum Embryosack und verdrängt ihre drei Schwesterzellen (Fig. 28). Ihr Kern bringt die primären Tochterkerne hervor, welche die Enden des Embryosackes einnehmen und

[1]) Angiospermen und Gymnospermen p. 19.

hier sich verdoppeln. Durch nochmalige Theilung liefern sie die Kerne, um welche sich im oberen Ende der Eiapparat, im unteren die Gegenfüsslergruppe sondert. In Fig. 29 verschmelzen die beiden Polkerne, die Gegenfüsslerinnen sind ausnahmsweise nur in Zweizahl vorhanden. Der Eiapparat bietet keine Besonderheiten dar, ausgenommen seiner dürftigen Entwicklung im Vergleich mit den sehr grossen Gegenfüsslerinnen, welche für gewöhnlich in Dreizahl vorhanden sind. Einige Figuren über das fertige Stadium bei Delphinium villosum bitte ich bei Strasburger[1]) nachzusehen.

Bei Myosurus minimus, welche Pflanze von Strasburger studirt wurde[2]), zerfällt die Mutterzelle nur in drei Zellen, so dass wir auch hier, in der Familie der Ranunculaceen, Verschiedenheiten in dem Verhalten dieser Zelle vorfinden.

Helianthemum Rhodax erzeugt die Embryosackmutterzellen ebenfalls in der subepidermoidalen Schicht des Ovularhöckers (Fig. 30, Taf. IV). Oft werden zwei, selbst drei Mutterzellen angelegt, welche sich bis zum Verdrängungsstadium gleichmässig neben einander entwickeln können. Zunächst wird eine Tapetenzelle gebildet, welche sich nochmals quertheilt und meistens darauf einer Längsspaltung unterliegt. In Fig. 31 hat sich die Mutterzelle in gewohnter Weise in drei Zellen zerlegt, von denen die obere wiederum eine Theilung einleitet. Fig. 32 zeigt drei derartig veränderte Mutterzellen neben einander. Die mittlere ist in sechs Zellen zerfallen, diejenige links neben ihr hat vier Tochterzellen gebildet und endlich beginnt die rechts gelegene, nachdem sie drei Zellen abgegeben, sich aufzulösen. Alle diese Tochterzellen der verschiedenen Mutterzellen erleiden das gleiche Schicksal und nur die unterste der mittleren Mutterzelle bleibt lebendig und wird zum Embryosack. Ihr Kern theilt sich und bringt in gewohnter Weise den Eiapparat und die Gegenfüsslerinnen hervor. Dieselben sind spärlich entwickelt und bieten sich nur kurze Zeit in dem engen Chalazaende des Keimsackes dar (Fig. 33).

Dieselbe Figur belehrt uns über die Verschmelzung der Polkerne. Der obere ist hier bewegungslos, so dass der untere den ganzen Embryosack durchwandern muss. Im oberen Theile sind nur die beiden Synergiden sichtbar, da das Ei durch den Schnitt entfernt wurde. Fig. 34 zeigt bei stärkerer Vergrösserung einen vollständigen Eiapparat. Die Synergiden nehmen den Scheitel des

---

1) Befruchtung u. Zelltheilung p. 39 u.
2) Angiosp. u. Gymnosp. p. 12 etc.

Keimsackes ein, das Ei ist etwas tiefer inserirt und an ihnen befestigt.

Helianthemum lieferte uns zum ersten Male dafür ein Beispiel, dass regelmässig mehrere Mutterzellen angelegt werden und sich eine Zeit lang gleichmässig entwickeln. Aehnliches giebt Strasburger für Rosa an[1]), nur dass dort die gleichmässige Förderung sich auch auf die Embryosackzellen erstreckt. Den Rosaceen wurde besondere Aufmerksamkeit geschenkt. Bei ihrer Besprechung werden wir uns an Helianthemum erinnern.

Der jugendliche Nucellus von Ribes aureum lässt desgleichen eine besondere, unter der Epidermis gelegene Schicht erkennen, welche die Initialen der Embryosackentwicklung, zuweilen in Mehrzahl liefert (Fig. 35, Taf. IV). Es werden zwei Tapetenzellen gebildet (Fig. 36), welche im weiteren Verlauf der Entfaltung durch eine anticline Wand sich spalten können (Fig. 38). Jede dieser vier Zellen wird zuweilen durch eine pericline Wand verdoppelt, so dass im besten Falle zwei Reihen von je vier übereinanderliegenden Gliedern den Embryosack bedecken (Fig. 39, Taf. IV). Zuweilen unterbleibt einer oder der andere Theilungsschritt, so dass es unmöglich ist, Regeln aufzustellen, welche die mannigfachen Variationen umfassen.

Die Mutterzelle erzeugt zunächst die primären Tochterzellen (Fig. 37, Taf. IV), welche durch eine stark quellende Wand von einander getrennt sind. Fig. 38 zeigt dies in auffälliger Weise. In derselben Figur beginnt die untere Zelle sich zu theilen. Ihr folgt die andere primäre Tochterzelle bald nach, so dass in Fig. 39, Taf. IV vier übereinanderliegende Zellen die Abkömmlinge der Mutterzelle repräsentiren. Die unterste derselben verdrängt die anderen und wird zum Embryosack (Fig. 39). Die Entstehung der Gegenfüsslerinnen und des Eiapparates ist bekannt, so dass es genügt, die fertigen Stadien zu erklären. In Fig. 40, Taf. V sind die drei Gegenfüsslerinnen deutlich zu sehen, das Ei liegt links im Scheitel. Rechts dagegen befindet sich die eine Synergide, welche die andere deckt und nur ihren Kern durchscheinen lässt. Der Eiapparat in Fig. 41, Taf. V führt uns die natürliche Lagerung vor, indem der Schnitt durch die Symmetriebene geführt wurde. Derjenige, dem Fig. 40 entnommen ist, steht auf derselben senkrecht.

Hippuris vulgaris schliesst sich ganz und gar den gamopetalen Eichen an[2]), sowohl in der mächtigen Entwicklung des

[1]) Angiospermen und Gymnospermen p. 15.
[2]) Vergl. Warming: De l'ovule p. 236.

einzigen Integumentes, als auch in der Anlage der Mutterzelle. Dieselbe entsteht auch hier direct unter der Epidermis; sie bildet aber allein die subepidermoidale Schicht und daher mit der sie überziehenden Oberhaut den Nucellus. Fig. 42, Taf. V stellt das jugendliche Eichen und die Mutterzelle dar, deren Theilung fixirt wurde. Aus ihr gehen die beiden primären Tochterzellen hervor, welche durch eine stark gequollene Scheidewand getrennt sind. Die untere dieser Zellen sowohl, als auch die obere theilen sich, so dass im Ganzen vier secundäre Tochterzellen entstehen (Fig. 44). Unter gleichzeitiger Theilung des Embryosackkernes führt uns Fig. 43 die Verdrängung der übrigen drei Tochterzellen vor. Zuweilen tritt diese Erscheinung verhältnissmässig spät ein, wie aus Fig. 45 ersichtlich. Der untere primäre Tochterkern beginnt bereits sich zu verdoppeln, und trotzdem liegen die Schwesterzellen des Keimsackes noch unversehrt über demselben. Die Epidermis, welche den jugendlichen Nucellus überzieht, besteht aus wenigen, grossen Zellen, von denen uns besonders diejenige interessirt, welche direct über der Mutterzelle des Embryosackes liegt. Die Figuren 42 und 45, Taf. V veranschaulichen diese Verhältnisse. Die fragliche Zelle theilt sich nun stets durch eine Längswand in zwei nebeneinanderliegende Hälften (Fig. 45). Das Auftreten dieser Wand erfolgt nicht immer auf demselben Entwicklungsstadium, jedenfalls aber noch vor beendeter Verdrängung der Schwesterzellen des Keimsackes. Die beiden Epidermiszellen, welche nunmehr den Scheitel des Nucellus einnehmen, erfahren gleichmässig zwei bis drei Quertheilungen (Fig. 43). In einer der beiden so entstehenden Reihen unterbleibt schliesslich eine solche Wandbildung, so dass wiederum eine einzige Zelle in die Spitze des Nucellus zu liegen kommt (Fig. 43, Taf. V). Auf einem älteren Stadium tritt nun stets noch eine Längswand in einer der beiden Epidermiszellreihen ein. Sie beginnt erst in der dritten Schicht, vom Scheitel des Nucellus aus gerechnet, so dass derselbe schliesslich folgenden Bau zeigt. Eine Zelle im Scheitel, hierauf folgt rechts und links je eine Epidermiszelle; endlich kommen zwei Schichten mit je drei Zellen, zwei Epidermiszellen und einer inneren. Zuweilen treten in ersteren noch Querwände auf, so dass àuf eine der inneren Zellen, welche nie in Vermehrung angetroffen wurden, zwei Epidermiszellen zu rechnen sind. Hiermit ist die Entwicklungsfähigkeit des Nucellus beschlossen; die Figuren 46 und 47 werden in dieser Beziehung ohne weitere Erklärung verständlich sein.

Fig. 47 führt uns einen befruchtungsfähigen Eiapparat mit

seinen Gegenfüsslerinnen und dem Centralkern vor. Die beiden Synergiden sind hier neben einander an dem breiten Scheitel des Embryosackes, den die unterste dreizellige Schicht des Nucellus begrenzt, inserirt. Sie führen ihre Kerne im Mikropyltheil, die Vacuolen am entgegengesetzten Ende. Das Ei finden wir rechts an der Seitenwand des Embryosackes um Vieles tiefer als die Gehülfinnen befestigt. Es enthält in demjenigen Theile, welchen es dem Innenraum des Keimsackes zukehrt, den Eikern, seiner Anheftungsstelle nahe die Vacuole. Die Gegenfüsslerinnen zeichnen sich durch ihre Kleinheit aus und entziehen sich bald der Beobachtung, da sie frühzeitig zu Grunde gehen. Unmittelbar neben dem Ei liegt der Centralkern, dessen Bildung in Fig. 48 dargestellt ist. Der untere Polkern muss hier den ganzen Embryosack durchschwimmen, um seine Vereinigung mit dem bewegungslosen oberen zu erreichen.

In Fig. 47 musste uns noch der Kranz von eigenthümlich gestalteten Zellen auffallen, welcher den Embryosack umgiebt. Die einzelnen Zellen sind senkrecht zum Längsdurchmesser desselben gestreckt. Die Entstehung dieses Kranzes aus dem inneren Rande des Integumentes erwähnt bereits Strasburger bei Besprechung von Senecio vulgaris [1]). Trotzdem mag es, unter Hinweisung auf Fig. 46 u. 47, Taf. V erlaubt sein, diesem Vorgange einige Worte zu widmen. Der kleine Nucellus, epidermoidalen Ursprunges, gewinnt bei der Streckung des Embryosackes einige functionelle Bedeutung, indem er, abgesehen von seiner schützenden Deckung des nackten Embryosackscheitels, gleichsam auch andererseits die Dienste einer Wurzelhaube verrichtet und das Eindringen des Embryosackes in die Mikropyle durch Erweiterung derselben erleichtert. Die innere Epidermis des Integumentes lässt schon in Fig. 46 eine Streckung ihrer Zellen senkrecht zur Mikropyle erkennen und ihre spätere Verwendung errathen. Zugleich klärt uns Fig. 46 über die oben besprochene Leistung des Nucellus, als Erweiterer der Mikropyle auf. Ungefähr bis dahin, wo in Fig. 46 die Integumentränder wieder enger zusammenschliessen, verlängert sich der Embryosack, so dass in Fig. 47 die eigenthümlich gestalteten Zellen des inneren Integumentrandes zu jenem Kranz geworden sind, welcher den fertigen Embryosack umsäumt.

Bei Pterocephalus palestinus und Scabiosa atropurpurea, deren Embryosack gleichfalls von einem Zellkranz umgeben wird [2]), konnte

[1]) Angiospermen und Gymnospermen p. 11.
[2]) Vergl. Strasburger: Befr. u. Zellth. Taf. IX, Fig. 5.

ich die Abstammung desselben vom Integument desgleichen beobachten. Ueberhaupt scheint, soweit mir meine Kenntnisse der gamopetalen Ovula ein Urtheil erlauben, die Ausbildung eines solchen Zellkranzes aus dem Integument heraus bei den Gamopetalen häufig einzutreten. Hiermit steht denn auch eine Nucellusentwicklung, ähnlich der für Hippuris beschriebenen, in engstem Zusammenhang.

Die Rosaceen[1]), bei denen Strasburger so interessante Vorkommnisse uns kennen gelehrt hatte, schienen die Aufdeckung mannigfaltiger Eigenthümlichkeiten in der Embryosackentwicklung der einzelnen Arten zu versprechen. Besonderes Interesse gewährt bei dieser Familie die Anlage der Mutterzellen und deren weitere Ausbildung bis zur Verdrängung. Die Anlage des Eiapparates und der Gegenfüsslerinnen erfolgt in gewohnter Weise, so dass das Studium dieser Vorgänge vor demjenigen der jüngeren, viel mannigfaltigeren Stadien zurücktreten musste. Es konnte natürlich keine erschöpfende Berücksichtigung der verschiedensten Species beabsichtigt sein, vielmehr begnügte ich mich, folgende Rosaceen zu untersuchen: Cydonia japonica, Geum strictum, Sanguisorba pratensis, Rubus caesius und Agrimonia Eupatoria. — Für Rosa livida beschreibt uns Strasburger zwei interessante und bisher nirgend wieder beobachtete Vorkommnisse[2]): einmal das Auswachsen der obersten secundären Tochterzelle zum Embryosack, zweitens die Entwicklung mehrerer Schwesterzellen derselben Reihe zu Keimsäcken. Die untersuchten Rosaceen schliessen sich durchaus an Fragaria an, welche ebenfalls von Strasburger[3]) studirt wurde, so dass Rosa livida als Ausnahmefall gelten muss und jedenfalls ein sehr interessantes Object bleiben wird.

Für Cydonia japonica stellt Fig. 49, Taf. V den Ursprung der Embryosackmutterzelle aus der subepidermoidalen Schicht dar. Für unsere Pflanze sind zwei Tapetenzellen characteristisch, welche meistens durch eine Querwand in je zwei Zellen zerfallen. Für das Vorhandensein von drei übereinanderliegenden Tapetenzellen liefert uns Fig. 51 ein Beispiel. Die oberste derselben theilt sich zuweilen durch eine Längswand, welcher in der rechten der so entstandenen nebeneinanderliegenden Hälften eine Querwand folgen kann (Fig. 51). Fig. 50 zeigt uns die Mutterzelle in zwei Hälften

---

[1]) Im Sinne Eichlers: Blüthendiagramme II. p. 495.
[2]) Angiospermen u. Gymnospermen p. 15. 16.
[3]) ibid. p. 16.

zerfallen, deren untere sich nochmals theilt. Hierauf beschränkt sich die Entwicklungsfähigkeit der Mutterzelle, so dass nunmehr die unterste Tochterzelle zum Embryosack auswächst und ihre beiden Schwesterzellen verdrängt (Fig. 51). Fig. 52 stellt die secundären Tochterkerne dar und lässt ihre Abstammung erkennen, indem die Protoplasmafäden die stattgehabte Theilung bestätigen. In Fig. 53 finden wir im Mikropylende des Keimsackes dicht neben einander die beiden Synergiden, links unter ihnen das Ei. Im unteren Ende liegen die drei Gegenfüsslerinnen. Die beiden Polkerne haben sich in der Mitte des Embryosackes getroffen und stehen eben im Begriff, sich zu vereinigen. — Wenn auch bei Cydonia ursprünglich mehrere Zellen in der subepidermoidalen Schicht den Auschein haben, sich zu Mutterzellen auszubilden, so trifft man doch ziemlich selten Präparate, in denen eine gleichmässige Förderung mehrerer solcher Zellen bis zu älteren Stadien sich darböte. Die Zellen rechts und links neben der Mutterzelle theilen sich wohl wie dieselbe, bis zu einer functionellen Gleichwerthigkeit kommt es dagegen selten.

Fig. 51, Taf. V soll uns noch die ausgiebigen Theilungen darstellen, welche in der Epidermis am Scheitel des Eichens stattfinden und somit ein Verhalten einleiten, welches allen untersuchten Rosaceen zukommt. Absichtlich wurde die Grenze der Epidermis gegen das übrige Nucellusgewebe durch dickere Contouren hervorgehoben. In der That bietet die Erscheinung dieser Epidermiskappe viel Aehnlichkeit mit einer Wurzelhaube dar, wie bereits von Strasburger betont worden ist[1]).

Für Geum strictum stellt uns Fig. 54, Taf. V die Anlage mehrerer Embryosackmutterzellen dar, nachdem zuvor von den Zellen der subepidermoidalen Schicht Tapetenzellen abgegeben worden sind. Gewöhnlich kommen über jede Mutterzelle zwei derartige Gebilde zu liegen (Fig. 55). Diese selbst zerfällt, wie bei Cydonia, in drei Zellen, von denen die unterste die Bildung des Keimsackes besorgt und ihre beiden Schwesterzellen verdrängt (Fig. 55). Zugleich fürt uns diese Figur in die Eigenthümlichkeit aller untersuchten Rosaceen ein, welche darin zu suchen ist, dass mehrere, meist drei Zellen der subepidermoidalen Schicht sich als Mutterzellen differenziren und dementsprechende Theilungen erfahren. Erst wenn die Verdrängung der oberen Tochterzellen beginnt, fängt eine der Embryosackzellen an, die ihr gleichwerthigen

---

1) Angiosp. u. Gymnosp. p. 14.

Zellen zu überwuchern, so dass es schliesslich zur Ausbildung nur eines einzigen Keimsackes kommt.

In unserer Figur hat sich die Mutterzelle links in drei Zellen getheilt, von denen die beiden oberen bereits anfangen zu verschleimen. Die mittelste Embryosackzelle hat ihre Schwesterzellen bereits verdrängt und enthält schon die primären Tochterkerne. Die rechts gelegene Mutterzelle endlich hat bis jetzt nur primäre Tochterzellen gebildet. Die mittlere Zelle würde jedenfalls in diesem Concurrenzstreit den Sieg davongetragen haben und wäre zum Embryosack ausgewachsen, in dessen Inneren die folgenden Vorgänge sich in gewohnter Weise abspielen: Bildung der secundären Tochterkerne, Theilung derselben und Zellbildung um je drei dieser Theilungsproducte an den beiden Enden des Keimsackes nebst Verschmelzung der beiden, in die Mitte desselben gewanderten Polkerne (Fig. 56).

Cydonia und Geum stimmten also in der Bildung von nur drei Tochterzellen überein, von demselben Gesichtspunkte aus gehören Rubus, Sanguisorba und Agrimonia zusammen, indem bei ihnen vier Zellen aus der Mutterzelle hervorgehen. In Bezug auf den fertigen Embryosack schliesst sich Rubus an Geum an, dagegen finden sich in diesem Sinne zwischen Sanguisorba und Agrimonia die grössten Uebereinstimmungen.

Bei Rubus caesius geben die drei mittelsten Zellen der fertilen, subepidermoidalen Schicht Tapetenzellen ab und zwar meist je zwei (Fig. 57, 58, Taf. V). Die mittelste Mutterzelle gewinnt bereits nach der Bildung der primären Tochterzellen die Oberhand und verdrängt die anderen, welche selten bis zur Abgabe der secundären Tochterzellen kommen (Fig. 58). Die Epidermis hat sich bereits verdoppelt und vermehrt ihre Schichten noch (Fig. 59), wenn auch ihre Theilungen, ebenso wie bei Geum nicht die Ausgiebigkeit erreichen, wie sie uns bei Cydonia auffiel. In letztgenannter Figur war die mittlere Mutterzelle in vier Theile zerfallen, von denen der untere zum Embryosack wird und die übrigen verdrängt. Auch die hier ausnahmsweise einzige Tapetenzelle beginnt sich aufzulösen. Die beiden seitlichen Mutterzellen haben nur primäre Tochterzellen erzeugt, deren schmächtige Entwicklung auf ihre kurze Existenz hinweist. Die späteren Stadien schliessen sich durchaus an Geum an; ich hielt es daher für überflüssig Zeichnungen davon zu entwerfen.

Bei Sanguisorba officinalis werden die Tapetenzellen ziemlich spät abgegeben, so dass wir in Fig. 60, Taf. V die grossen

mittleren Zellen der subepidermoidalen Schicht für Ausgangspunkte der Embryosackentwicklung halten müssen. Meistens werden vier, wohl auch fünf Mutterzellen angelegt. Die Zahl der Tapetenzellen beschränkt sich auf eins, höchstens zwei. Die Bildung der primären Tochterzellen erfolgt in allen Mutterzellen gleichmässig (Fig. 61). Die links gelegenen beiden und die rechts aussen gelegene Mutterzelle haben nur eine Tapetenzelle abgegeben, während die noch übrig bleibende eine Theilung derselben aufzuweisen hat. Die äusserst links gelegene untere primäre Tochterzelle trägt bereits Spuren beginnender Auflösung an sich. In den meisten Fällen, mir sind wenigstens andere Vorkommnisse nicht begegnet, beginnt diejenige Tochterzellreihe, deren Tapetenzelle eine Verdoppelung erfahren hatte, kräftiger sich zu entwickeln. Nach erfolgter Bildung der secundären Tochterzellen wird die unterste derselben zum Keimsack und verdrängt durch ihr Wachsthum sowohl ihre verschleimenden Schwesterzellen, als auch alle Abkömmlinge der übrigen Mutterzellen. Fig. 62 zeigt in derselben bereits die beiden primären Tochterkerne. Die Reste der desorganisirten Schwesterzellen und der untersten Tapetenzelle der mittleren Embryosackzelle verrathen noch die ursprüngliche Anordnung dieser Gebilde. Die obere Tapetenzelle schwillt bedeutend an, geht jedoch später ebenfalls zu Grunde. Dieselbe Erscheinung zeigen die Tapetenzellen der übrigen Tochterzellreihen, welche nur primäre Nachkommen der Mutterzelle enthalten. Die unterste Tochterzelle wird meist zuerst desorganisirt und durch das Wachsthum des benachbarten Embryosackes verdrängt (Fig. 62). Die Epidermis betheiligt sich durch ausgiebige Theilungen an dem Aufbau des Nucellus, welcher derselben seine mächtige Entfaltung verdankt (Fig. 62). Fig. 63 führt uns die keulenförmige Gestalt des Embryosackes vor, in dessen beiden Enden die secundären Tochterkerne liegen. Das Chalazaende ist eng und schmal, das Mikropylende erweitert und angeschwollen. Die Gegenfüsslerinnen werden bald aufgelöst und bieten keine abweichenden Verhältnisse dar. Dagegen treffen wir auf eine eigenthümliche Ausbildung des oberen Embryosackendes. Dasselbe durchdringt den mehrschichtigen Nucellus und schiebt sich über den Scheitel desselben hervor. Hierbei ragt dasselbe mit verdickter Wand in die Mikropyle hinein (Fig. 64). Die beiden Synergiden sind im Scheitel des Keimsackes inserirt, von ihnen etwas verdeckt besitzt das Ei eine basiapicale Anheftung und entzieht sich zum Theil der Beobachtung, sein Kern ist gut sichtbar. Der Centralkern liegt dicht daneben und weist auf seinen

Ursprung aus den beiden Polkernen hin, indem die Kernkörperchen noch getrennt sind und eine feine Linie die noch unvereinigten Kernmassen kennzeichnet. Der obere Polkern zeigt die schon mehrfach beobachtete Unbeweglichkeit, so dass dem unteren die Durchwanderung des ganzen Embryosackes zukommt.

Agrimonia Eupatoria verhält sich in allen wesentlichen Beziehungen wie Sanguisorba, so dass ich es nicht für nöthig hielt, besondere Zeichnungen davon anzufertigen.

Wie schon oben bemerkt, soll die kleine Anzahl der untersuchten Rosaceen durchaus nicht genügen, um die Eigenthümlichkeiten dieser Familie zu erschöpfen, vielmehr glaube ich, dass es der Zukunft vorbehalten ist, ein vergleichendes Studium der Embryosackentwicklung der Rosaceen an einer viel reicheren Auswahl ins Werk zu setzen. Ich enthalte mich daher auch aller eingehender Vergleichungen und möchte nur einige wenige Gesichtspunkte hervorheben, deren Fixirung die geringe Anzahl von Beispielen gestattete. Die Anlage mehrerer Mutterzellen kommt allen Formen zu, ebenso die Abgabe einer Tapetenzelle, deren weitere Ausbildung mehrfachem Wechsel unterworfen ist. Die Mehrzahl der Mutterzellen unterliegt gleichmässig der ersten Theilung, während die späteren Theilungsschritte nur von der mittleren Mutterzelle vollzogen werden, welche bald die Oberhand über die anderen gewinnt. Drei Tochterzellen werden bei Cydonia und Geum, vier bei Sanguisorba, Rubus und Agrimonia gebildet. Immer, exclusive Rosa livida, ist es die unterste Tochterzelle der mittleren Reihe, welche zum Embryosack auswächst. Die Zellen in demselben entstehen in gewohnter Weise. Nur der fertige Zustand lässt zwei Typen unterscheiden. Einen Fall vertritt Rubus, Geum und Cydonia, einem anderen gehören Agrimonia und Sanguisorba an. Im ersten Falle bleibt der Embryosack in das Nucellusgewebe eingesenkt und durchbricht nicht die ihm aufsitzende Epidermiskappe, im letzteren dagegen dringt der wachsende Embryosack bis in die Mikropyle vor, den epidermoidalen Nucellus zersprengend. — Helianthemum Rhodax schliesst sich eng an die Rosaceen an, sowohl in der Anlage und gleichmässigen Theilung mehrerer Mutterzellen, als auch in der endlichen Förderung der untersten Tochterzelle der mittleren Mutterzelle zum Embryosack.

Fassen wir die für die einzelnen Dialypetalen gewonnenen Resultate zusammen und ziehen die von Strasburger gelieferten Entwicklungsgeschichten zum Vergleich heran, so muss uns, wie

bei den Monocotylen, die Art und Weise, wie die Zellen im Embryosack entstehen, als äusserst constant erscheinen. Die Insertion der beiden Synergiden im Scheitel desselben erleidet bei allen untersuchten Dialypetalen keine Ausnahme, so dass hier constantere Verhältnisse sich finden als bei den Monocotylen.

Bei anatropen Ovulis bieten sich auf Schnitten durch die Symmetrieebene die beiden Synergiden nebeneinander im Scheitel dar, jede eine Hälfte desselben einnehmend. Das Ei scheint an ihnen befestigt zu sein, ist aber in Wahrheit etwas tiefer an der Embryosackwand inserirt und wird zum Theil von den Gehülfinnen bedeckt. Macht man Schnitte senkrecht zur Symmetrieebene, so kann man sich leicht von der halbapicalen, halblateralen Anheftung des Eies überzeugen, wie ein Vergleich der Figuren 18 und 19, Taf. IV für Allionia, der Figuren 40 und 41, Taf. V für Ribes darthut. Desgleichen bitte ich die Figuren 1 und 2 auf Tafel IX in Strasburger: „Befruchtung und Zelltheilung" in demselben Sinne zu betrachten. Das einzige orthotrope Ovulum, welches zur Untersuchung kam, lieferte Helianthemum. Die Figur 34, Taf. IV ist so orientirt, dass sie dem Symmetrieebenenschnitt der gekrümmten Eichen entspricht. Nur eine Ausnahme von der besprochenen Insertion ist mir bekannt geworden und zwar bei Hippuris, dessen Ei durchaus seitliche Anheftung besitzt (Fig. 47, 48, Taf. V).

Dieselbe Regelmässigkeit, wie wir sie für die Insertionsverhältnisse im Eiapparat beobachten konnten, kehrt in der Zweizahl der Synergiden und dem Vorhandensein eines einzigen Eies wieder. Abgesehen von dem abnormen Vorkommniss zweier Eier bei Gomphrena, wurde bis jetzt nur bei einer einzigen Dialypetale regelmässige Doppeleiigkeit festgestellt: bei Santalum album [1]).

Eine Reduction der Synergiden auf die Einzahl gehört zu den hie und da beobachteten Abnormitäten, denen sich bei fortgesetzter Untersuchung vielleicht auch einmal eine Vermehrung dieser Gebilde anschliessen wird. Die Gegenfüsslerinnen treten stets in Dreizahl auf. Vermehrung ihrer Zahl oder ihrer Kerne wurde in keinem einzigen Falle beobachtet. Sehr kräftige Entwicklung erlangen sie bei Allionia und Delphinium [2]), dagegen werden sie auf kurze Dauer und dementsprechend schwächlich bei Chenopodium, Helianthemum und Hippuris angelegt, so dass ihr Nachweis oft langes Suchen erfordert.

Der Centralkern entsteht stets durch Verschmelzung der beiden

---

[1]) Vergl. Strasburger: Befruchtung und Zelltheilung p. 46. Angiospermen und Gymnospermen p. 25.

[2]) Vergl. Strasburger: Befruchtung und Zelltheilung p. 38.

Polkerne, von denen entweder beide beweglich sind und, sich aufsuchend, in der Mitte des Embryosackes verschmelzen, oder der obere ruhig liegen bleibt und den unteren Polkern erwartet. Das erstere Verhalten zeigen Delphinium und Myosurus, Ribes, Cydonia, Geum und Rubus, das letztere die untersuchten Centrospermen [1]), Helianthemum, Hippuris, Sanguisorba und Agrimonia.

Die Embryosackmutterzelle entstammt in allen Fällen der subepidermoidalen Schicht, welche bei den Dialypetalen ihre schärfste Ausbildung erlangt und durch Hippuris an das Verhalten der Gamopetalen angeknüpft wird. Tapetenzellen werden nicht allgemein abgegeben, doch finden sich oft constante Verhältnisse, selbst in grösseren Verwandtschaftskreisen, wie beispielsweise bei den Centrospermen. Einen beträchtlichen Antheil an dem Aufbaue des Nucellus erlangen die Tapetentheilungen bei Chenopodium.

Die Epidermis bleibt in einer grossen Anzahl von Fällen einfach, jedoch gehört eine pericline Verdoppelung ihrer Elemente nicht zu den Seltenheiten. Noch ausgiebiger gestalten sich ihre Theilungen bei Delphinium, den Rosaceen und Helianthemum, wo sie das Wachsthum des Nucellusscheitels befördern. Für Hippuris war ein eigenthümliches Verhalten der Epidermis zu verzeichnen, welches an die gleichen Vorkommnisse bei Gamopetalen erinnert.

Meistens wird nur eine einzige Mutterzelle angelegt, so bei den Centrospermen, Ranunculaceen und Ribes, wo hie und da eine Verdoppelung der Anlage auftritt. Regelmässig werden bei Helianthemum und den Rosaceen mehrere Mutterzellen angelegt, deren Entwicklungsfähigkeit anfangs gleich ist, bis eine derselben, meist die mittlere, die Oberhand gewinnt, so dass schliesslich doch nur ein Embryosack zur Ausbildung gelangt.

Nur primäre Tochterzellen gehen bei Chenopodium und Sabulina aus der Mutterzelle hervor. Durch Theilung der unteren dieser Tochterzellen entsteht eine Reihe von drei Zellen bei Allionia, Gomphrena, Cydonia, Geum und Myosurus, ausnahmsweise bei Chenopodium. Vier secundäre Tochterzellen endlich werden bei Delphinium, Ribes, Helianthemum (selbst bis sechs), Sanguisorba, Rubus, Polygonum und Hippuris erzeugt. Bei sämmtlichen Dialypetalen ist es die unterste Zelle der Tochterzellreihe, wie viel Glieder sie auch habe, und ausschliesslich die unterste, welche zum Embryosack auswächst, so dass Rosa livida bis jetzt die einzige Ausnahme repräsentirt.

[1]) Für Polygonum vergl. Strasburger: Angiospermen etc. p. 7.

Figurenerklärung.

I. Monocotylen.

Tafel II.

Fig. 1—4 Elodea canadensis $^{330}/_{1}$.

Fig. 1. Embryosackmutterzelle; ihr Kern in Theilung.

Fig. 2. Ausbildung der Embryosackzelle und Verdrängung der übrigen secundären Tochterzellen.

Fig. 3. Embryosack mit Eiapparat, Gegenfüsslerinnen und unverschmolzenen Polkernen.

Fig. 4. Bildung des Centralkernes.

Fig. 5—9 Alisma Plantago $^{330}/_{1}$.

Fig. 5[a]. Junges Ovulum mit Embryosackmutterzelle.

Fig. 5[b]. Dasselbe mit Bildung der primären Tochterzellen.

Fig. 6. Verdrängung der oberen Tochterzelle und Theilung des Embryosackkernes.

Fig. 7. Bildung der secundären Tochterkerne.

Fig. 8. Embryosack mit unverschmolzenen Polkernen, Eiapparat und Antipoden.

Fig. 9. Befruchteter Embryosack, die Bildung des Centralkernes zeigend. Die Synergiden desorganisirt.

Fig. 10—15 Triglochin palustre.

Fig. 10—12, Jugendliche Eichen, die Entwicklung der Integumente zeigend. Die Richtung des Pfeiles giebt den Verlauf der Placenta von oben nach unten an. $^{550}/_{1}$.

ai = äusseres Integument.

ii = inneres Integument.

Fig. 13. Verdrängung der Schwesterzellen des Embryosackes. $^{550}/_{1}$.

Fig. 14. Reifer Embryosack mit Eiapparat, Gegenfüsslerinnen und eben verschmelzenden Polkernen. $^{750}/_{1}$.

Fig. 15. Abnormes Vorkommniss zweier Keimsäcke in einem Eichen. $^{750}/_{1}$.

Fig. 16—19 Carex praecox.

Fig. 16. Ovulum mit Mutterzelle. $^{550}/_{1}$.

Fig. 17. Verdrängung der secundären Tochterzellen durch die Embryosackzelle. $^{550}/_{1}$.

Fig. 18. Embryosack mit unvereinigten Polkernen. $^{750}/_{1}$.

Fig. 19. Derselbe nach vollzogener Bildung des Centralkernes. $^{750}/_{1}$.

Fig. 20 und 21 Ehrharta panicea.

Fig. 20. Embryosackmutterzelle. $^{550}/_{1}$.

Fig. 21. Verdrängungsstadium. $^{550}/_{1}$.

Tafel III.

Fig. 22—29 Ehrharta panicea.

Fig. 22. Primäre Tochterkerne. $^{550}/_{1}$.

Fig. 23. Secundäre Tochterkerne. $^{550}/_{1}$.

Fig. 24. Theilung der secundären Tochterkerne. $^{550}/_{1}$.

Fig. 25. Fertiger Embryosack mit unverschmolzenen Polkernen. Der Innenraum des Keimsackes von Plasmaplatten durchsetzt. $^{550}/_{1}$.

Fig. 26. Wanderung des unteren Polkernes in den Scheitel des Keimsackes. Beginnende Vermehrung der Gegenfüsslerinnen. $^{550}/_{1}$.

Fig. 27. Vollendete Vereinigung der Polkerne zum Centralkern, in dem ihre Kernkörperchen noch nicht vereinigt. Weitere Vermehrung der Gegenfüsslerinnen. $^{550}/_{1}$.

Fig. 28. Befruchteter Embryosack mit dem Ei und den beiden ersten Endospermkernen. Die Gegenfüsslerinnen noch unversehrt. $^{220}/_{1}$.

Fig. 29. Desorganisation derselben. Die Kerne des Endospermes in Theilung. $^{220}/_{1}$.

Fig. 30—36 Alopecurus pratensis.

Fig. 30. Embryosackmutterzelle. $^{330}/_{1}$.

Fig. 31. Primäre Tochterzellen mit Theilung der unteren. $^{330}/_{1}$.

Fig. 32. Verdrängung der übrigen Tochterzellen. $^{330}/_{1}$.

Fig. 33. Desgleichen mit Theilung des Embryosackkernes. $^{330}/_{1}$.

Fig. 34. Gegenfüsslerinnen mit erster Vermehrung ihrer Kerne. $^{330}/_{1}$.

Fig. 35. Ausgebildete Gegenfüsslerinnen mit bedeutender Vermehrung ihrer Kerne. $^{550}/_{1}$.

Fig. 36. Eiapparat mit Centralkern. $^{330}/_{1}$.

Fig. 37—40 Sesleria coerulea. $^{550}/_{1}$.

Fig. 37. Die vier secundären Tochterzellen.

Fig. 38. Verdrängung.

Fig. 39. Eiapparat mit den verschmelzenden Polkernen.

Fig. 40. Gegenfüsslerinnen mit verdoppelten Kernen.

Fig. 41—46 Melica nutans. $^{550}/_{1}$.

Fig. 41. Mutterzelle des Embryosackes.

Fig. 42. Primäre Tochterzellen.

Fig. 43. Dieselben mit verdoppelten Kernen.

Fig. 44. Verdrängung der oberen primären mit ihren beiden Kernen durch die untere, welche zum Embryosack wird. Ihre Kerne werden zu primären Tochterkernen.

Fig. 45. Secundäre Tochterkerne.

Fig. 46. Embryosack mit Eiapparat, Gegenfüsslerinnen und verschmelzenden Polkernen.

Fig. 47 und 48 Melica altissima. $^{550}/_{1}$.

Fig. 47. Zweikernige, primäre Tochterzellen.

Fig. 48. Verdrängung der oberen, wie in Fig. 44.

Fig- 49—52 Luzula pilosa.

Fig. 49. Junges Eichen mit Mutterzelle. $^{330}/_{1}$.

Fig. 50. Primäre Tochterzellen. $^{330}/_{1}$.

Fig. 51. Verdrängungsstadium. $^{330}/_{1}$.

Fig. 52. Befruchtungsfähiger Embryosack. $^{750}/_{1}$.

II. Dialypetale Dicotylen.

Tafel III.

Fig. 1—3 Chenopodium foetidum.

Fig. 1. Junges Eichen mit Mutterzelle, nachdem die Tapetenzelle sich gespalten. $^{550}/_{1}$.

Fig. 2. Primäre Tochterzellen, Verdoppelung der Epidermis. $^{550}/_{1}$.

Fig. 3. Abnorme Theilung der unteren primären Tochterzelle. Nur eine einfache Tapetenzelle. $^{550}/_{1}$.

Tafel IV.

Fig. 4—6 Chenopodium foetidum.

Fig. 4. Verdrängung der oberen, primären Tochterzelle durch ihre Schwesterzelle, welche zum Embryosack wird. Theilung des Embryosackkernes. Die übrigen Zellen, deren Inhalt gezeichnet wurde, sind Abkömmlinge der Tapetenzelle. $^{550}/_{1}$.

Fig. 5. Dasselbe mit den primären Tochterkernen. $^{550}/_{1}$.

Fig. 6. Befruchtungsfähiger Embryosack. $^{750}/_{1}$.

Fig. 7—12 Gomphrena decumbens.

Fig. 7. Ovularhöcker mit zwei Mutterzellanlagen. $^{330}/_{1}$.

Fig. 8. Das Ovulum mit der Mutterzelle und der gespaltenen Tapetenzelle. $^{330}/_{1}$.

Fig. 9. Verdrängung der Tochterzellen durch die Embryosackzelle. $^{330}/_{1}$.

Fig. 10. Vier Kerne im oberen Embryosackende, im unteren die Gegenfüsslerinnen mit dem unteren Polkern. $^{550}/_{1}$.

Fig. 11. Eiapparat mit den verschmelzenden Polkernen. $^{550}/_{1}$.

Fig. 12. Abnormes Vorkommniss von 2 Eiern, welche leider durch den Schnitt aus ihrer natürlichen Lage gebracht sind. (Vergl. Text.) $^{550}/_{1}$.

Fig. 13—19 Allionia nyctaginea.

Fig. 13. Mutterzelle. $^{550}/_{1}$.

Fig. 14. Abnorme Theilung der oberen primären Tochterzelle. $^{550}/_{1}$.

Fig. 15. Verdrängung der beiden oberen dieser Zellen. $^{550}/_{1}$.

Fig. 16. Eiapparat und Gegenfüsslerinnen mit unverschmolzenen Polkernen. $^{330}/_{1}$.

Fig. 17. Verschmelzung derselben unterhalb des Eies. $^{330}/_{1}$.

Fig. 18. Unteres Ende des Embryosackes, um 90° gegen Fig. 26 gedreht. $^{330}/_{1}$.

Fig. 19. Embryosack mit Centralkern. $^{330}/_{1}$.

Fig. 20—25 Sabulina longifolia. $^{330}/_{1}$.

Fig. 20. Ovularhöcker mit Tapetenzellen.

Fig. 21. Kerntheilung der Mutterzelle.

Fig. 22. Verdrängung der oberen, primären Tochterzelle. In der unteren liegen die primären Tochterkerne.

Fig. 23. Dasselbe, aber mit unvollendeter Theilung des Embryosackkernes.

Fig. 24. Embryosack mit den unverschmolzenen Polkernen. Die Gegenfüsslerinnen in Rückbildung. Eiapparat deutlich.

Fig. 25. Eiapparat mit anderer Anheftung des Eies. Bildung des Centralkernes.

Fig. 26ᵃ Delphinium villosum. $^{330}/_{1}$.

Fig. 26ᵃ. Junges Eichen mit zwei Mutterzellen.

Fig. 26ᵇ und 27 Delphinium tridactylon. $^{330}/_{1}$.

Fig. 26ᵇ. Primäre Tochterzellen mit Theilung der oberen.

Fig. 27. Dieselbe Theilung mit den secundären Tochterzellen der unteren primären.

Fig. 28 und 29 Delphinium villosum. $^{380}/_{1}$.

Fig. 28. Zwei Embryosackzellen neben einander, ihre Schwesterzellen verdrängend.

Fig. 29. Eiapparat mit, abnormer Weise, nur zwei Antipoden. Verschmelzung der Polkerne.

Fig. 30—34 Helianthemum Rhodax.

Fig. 30. Ein junges, orthotropes Ovulum mit den gesonderten Höckern der beiden Integumente und zwei Mutterzellen mit Tapetenbildung. $^{550}/_{1}$.

Fig. 31. Beginnende Theilung der oberen primären Tochterzelle und vollendete Theilung der unteren. $^{550}/_{1}$.

Fig. 32. Ein Ovulum mit drei auf verschiedenen Entwicklungsstufen stehenden Tochterzellreihen. $^{550}/_{1}$.

Fig. 33. Embryosack mit den Gegenfüsslerinnen und den verschmelzenden Polkernen. Das Ei durch den Schnitt entfernt, die Synergiden vorhanden. $^{380}/_{1}$.

Fig. 34. Vollständiger Eiapparat. $^{550}/_{1}$.

Fig. 35—39 Ribes aureum. $^{550}/_{1}$.

Fig. 35. Ovularhöcker.

Fig. 36. Embryosackmutterzelle mit zwei Tapetenzellen.

Fig. 37. Theilung der Mutterzelle.

Fig. 38. Primäre Tochterzellen mit stark gequollener Scheidewand. In der unteren beginnende Theilung.

Fig. 39. Verdrängung von drei dieser Zellen durch die vierte, welche zum Embryosack wird.

Tafel V.

Fig. 40 und 41 Ribes aureum.

Fig. 40. Befruchtungsfähiger Eiapparat mit Gegenfüsslerinnen und Centralkern.

Fig. 41. Eiapparat in natürlicher Lage, gegen vorigen um 90° gedreht.

Fig. 42—48 Hippuris vulgaris.

Fig. 42. Junges Eichen mit Theilung der Mutterzelle. $^{550}/_{1}$.

Fig. 43. Früh erfolgte Verdrängung. Theilung des Embryosackkernes. $^{550}/_{1}$.

Fig. 44. Vier secundäre Tochterzellen. $^{550}/_{1}$.

Fig. 45. Verdrängung spät eingetreten. In dem Embryosack die primären Tochterkerne, von denen der untere bereits wieder in Theilung. $^{550}/_{1}$.

Fig. 46. Der Nucellus mit einem Theil des Integumentes, die eigenthümliche Gestaltung der Zellen am inneren Integumentrand zeigend. Primäre Tochterkerne. $^{330}/_{1}$.

Fig. 47. Reifer Embryosack. $^{550}/_{1}$.

Fig. 48. Das Ei mit den verschmelzenden Polkernen. $^{550}/_{1}$.

Fig. 49—53 Cydonia japonica. $^{550}/_{1}$.

Fig. 49. Ovularhöcker.

Fig. 50. Primäre Tochterzellen.

Fig. 51. Embryosack mit primären Tochterkernen und den Resten seiner verschleimten Schwesterzellen.

Fig. 52. Secundäre Tochterkerne.

Fig. 53. Embryosack mit Eiapparat, Gegenfüsslerinnen und in Verschmelzung begriffenen Polkernen.

Fig. 54—56 Geum strictum.

Fig. 54. Die subepidermoidale Schicht am jungen Eichen nach Abgabe von Tapetenzellen und Differenzirung mehrerer Mutterzellen. $^{550}/_{1}$.

Fig. 55. Mehrere Embryosackzellen auf dem Stadium, in welchem eine derselben die Oberhand gewinnt und die anderen verdrängt. $^{550}/_{1}$.

Fig. 56. Embryosack mit Centralkern, Gegenfüsslerinnen und Eiapparat. $^{330}/_{1}$.

Fig. 57—59 Rubus caesius. $^{550}/_{1}$.

Fig. 57. Jugendlicher Nucellus mit der subepidermoidalen Schicht. Mehrere Zellen derselben haben Tapetenzellen abgegeben.

Fig. 58. Primäre Tochterzellen in mehreren dieser Mutterzellen.

Fig. 59. Förderung der untersten Tochterzelle der mittleren Mutterzelle zum Embryosack.

Fig. 60—64 Sanguisorba officinalis.

Fig. 60. Nucellus vor der Abgabe von Tapetenzellen. $^{550}/_{1}$.

Fig. 61. Vier gleichmässig getheilte Mutterzellen. $^{550}/_{1}$.

Fig. 62. Auswachsen der untersten Zelle der mittleren Tochterzellreihe. Primäre Tochterkerne. $^{550}/_{1}$.

Fig. 63. Embryosack mit den secundären Tochterkernen. $^{330}/_{1}$.

Fig. 64. Keulig angeschwollenes, oberes Ende des Keimsackes mit dem Eiapparat. Die umgebenden Zellen sind Nucelluszellen. $^{330}/_{1}$.

Zur Blastologie der Gattung Hydra.

Specielle und generelle Studien zur Morphologie und Entwickelungslehre.

Von

Dr. Wilhelm Haacke,

Assistenten am zoologischen Institut zu Kiel (früher zu Jena).

Hierzu Tafel VI.

Gegen Ende des Jahres 1878 ersah ich aus dem Literaturbericht des „Zoologischen Anzeigers“[1]), dass die Tentakeln der Hydra nach einer Arbeit von M. C. MERESCHKOWSKY[2]) sich paarweise entwickeln sollen. Ich war damals gerade mit meiner morphologischen Studie über die Individualitäts- und Grundformenverhältnisse der Korallen-Personen[3]) beschäftigt, in welcher ich unter Anderem nachzuweisen suchte, dass bei den Korallen-Personen das paarweise ontogenetische Erscheinen der (von mir so genannten) Sarcosepten, Tentakeln und Gastralfilamente, sowie ihre, weder „regulär-radiär“, noch „bilateral-symmetrisch“, sondern amphithect, beziehungsweise halbamphithect, zu nennende Grundform, durch die, bei den Korallen so häufige, Stockbildung ursächlich zu erklären seien. Unter diesen Umständen kam ich auf die Vermuthung, dass die Verhältnisse bei der Tentakelentwickelung der Hydren ähnlich wie bei der Entwickelung der Sarcosepten, Tentakeln und Gastralfilamente der Korallen-Personen liegen möchten, eine Vermuthung, welche mich, wie sich zeigen wird, nicht ganz getäuscht hat.

---

1) I. Jahrgang, 1878. S. 278.

2) M. C. MERESCHKOWSKY, On the Mode of Development of the Tentakles in the Genus Hydra. Ann. & Mag. Nat. Hist., ser. 5, vol. II, 1878. p. 251—257, Pl. XII.

3) Dr. W. HAACKE, Zur Blastologie der Korallen. Jen. Zeitschr., Bd. XIII, 1879. S. 269—320, Taf. XV.

Ich glaubte nun, dass die Lektüre des Mereschkowsky'schen Aufsatzes schon dazu genügen würde, mich über die Richtigkeit oder Falschheit meiner Vermuthung zu belehren; darin aber wurde ich sehr getäuscht. Nur das sah ich sofort, dass nämlich diese Arbeit eine in meinen Augen ohne Kritik verfasste zu nennen war. Aus diesem Grunde sah ich mich genöthigt, die, unschwer vorzunehmenden, Untersuchungen, welche meine Vermuthung bestätigen, beziehungsweise als unbegründet nachweisen sollten, auf eigene Hand anzustellen. Die Mittheilung des Resultates dieser Untersuchungen bildet den Zweck der vorliegenden Arbeit. Um jedoch die Bedeutung der von mir bezüglich der Tentakel-Entwickelung der Hydra in topographisch-chronologischer Beziehung entdeckten Thatsachen in dasjenige Licht zu setzen, welches ihr meiner Ansicht nach zukommt, muss ich die ganze Lehre von den Hydra-Personen, deren Gebiete die bezüglichen Untersuchungen zuzuweisen sind, hier wenigstens soweit darstellen, als es der ebengedachte Zweck erfordert.

Einige Worte über die Species-Unterscheidung in der Gattung *Hydra* muss ich vorausschicken. Ich habe mir viele Mühe gegeben, die nicht grünen Hydren, welche bei mir zur Beobachtung gelangten, mit Hülfe der vorhandenen Literatur zu bestimmen; aber vergebens. Dadurch bin ich zu der Ueberzeugung gekommen, dass die vielen Namen, unter denen man angeblich verschiedene nicht grüne Formen als Arten unterschieden hat, ziemlich werthlos sind, und dass die Gattung *Hydra* in dieser Beziehung einer sorgfältigen Revision bedürftig ist. Alles, was man bis jetzt zur Unterscheidung nicht grüner Arten herangezogen hat, ist unverwerthbar, weil zu variabel; das gilt insbesondere von der Farbe, weiterhin von der Anzahl und Länge der Tentakeln, von der Körperform und der Stellung der Knospen zum Mutterthier. Dagegen habe ich die Verwerthbarkeit eines anderen Merkmals entdeckt, was uns schon jetzt in die Lage setzt, wenigstens zwei nicht grüne Arten auf das Bestimmteste zu unterscheiden. Bei den Knospen der einen Art erscheinen die Tentakeln sämmtlich gleichzeitig; bei denen der andern erscheinen dagegen zunächst nur zwei gegenständige Tentakeln gleichzeitig, die übrigen dann nach und nach einzeln. Da meine Arbeit es nothwendig macht, diese beiden Arten zu unterscheiden, ich aber nicht sagen kann, inwiefern dieselben mit den bis jetzt unterschiedenen nicht grünen Formen zusammenfallen, so bin ich gezwungen, zwei neue Speciesbezeichnungen in Vorschlag zu bringen, welche, wie ich

glaube, eine nicht blos provisorische Geltung haben werden. Ich nenne diejenige von mir beobachtete nicht grüne Art, bei welcher die Knospen-Tentakeln gleichzeitig erscheinen, dem durch seine unübertroffenen Experimente mit Hydra berühmten Trembley zum Andenken *Hydra Trembleyi* und die zweite Art, an deren Knospen zunächst nur zwei gegenständige Tentakeln und weiterhin immer nur je einer zum Vorschein kommen, dem trefflichen Hydra-Beobachter und Zeichner Rösel von Rosenhof zu Ehren, *H. Roeselii*. Nur die Entwickelungsgeschichte der Tentakeln an den durch Knospung entstehenden Polypen ermöglicht bis jetzt eine sichere Unterscheidung von wenigstens zwei nicht grünen Hydra-Arten; die Vergleichung der entwickelten Formen führt zu höchst unbestimmten Resultaten, wovon sich Jeder überzeugen kann, der die einschlägige Literatur kennt und die Bestimmung einer ihm vorliegenden Form nach derselben auszuführen versucht. Die dritte und letzte mit Sicherheit zu unterscheidende Art bleibt *H. viridis*. Eine definitive Unterscheidung der Hydra-Arten soll späteren Beobachtern vorbehalten bleiben; doch glaube ich, dass eine solche nur mit Benutzung der hier gegebenen Unterscheidung vorgenommen werden kann. Ich bin überzeugt, dass sich sämmtliche bis jetzt unterschiedene nicht grüne Formen höchstens als Varietäten theils von *H. Roeselii*, theils von *H. Trembleyi* herausstellen werden, da schwerlich ein anderes so constantes Merkmal, wie das von mir angegebene, aufgefunden werden wird.

Bei der Inangriffnahme meiner Aufgabe nun lege ich zweckmässig zuerst meine Auffassung über diejenige morphologische Disciplin dar, welche ich Blastologie oder Lehre von den Personen nenne, und welche ich von Hydra darstellen will. Dieses geht aber nicht anders, als dass ich zuvörderst über die Disciplinen der generellen Morphologie überhaupt spreche. Die Frage, in wie viele verschiedene Disciplinen eine bestimmte Wissenschaft zerfällt, ist identisch mit derjenigen nach der Anzahl der Gesichtspunkte, unter denen das bezügliche Gebiet wissenschaftlicher Forschung betrachtet werden muss.

Wenn es nun die Aufgabe der animalen Morphologie oder der allseitigen wissenschaftlichen Erforschung der im Thierreiche sich darbietenden Formenverhältnisse ist, die Gestalt jedes einzelnen Thieres nach äusserer Erscheinung und innerer Zusammensetzung zu erklären, so sind durch diese Aufgabe unmittelbar zwei verschiedene Hauptgesichtspunkte für die wissenschaftliche Betrachtung des Thierkörpers gegeben, nach denen die Morphologie noth-

wendig zunächst in zwei Hauptabtheilungen zerfallen muss; es sind dadurch zwei Hauptfragen gestellt, welche von der Formenwissenschaft zu beantworten sind. Die Fragen nach der Grundform des Thierkörpers und nach seiner Zusammensetzung aus untergeordneten Formeneinheiten. Die eine Frage — ich wende hier, wenn auch in veränderter Bedeutung, Bezeichnungen an, welche Haeckel 1866 durch seine „Generelle Morphologie" in die Wissenschaft eingeführt hat — löst die Promorphologie oder Grundformenlehre, die andere die Tectologie oder Individualitätslehre.

Diese Eintheilung der Morphologie in Grundformen- und Individualitätslehre ist, wie gesagt, nothwendig durch den Begriff der Morphologie, wie er oben festgestellt ist und von unseren bedeutendsten Morphologen aufgefasst wird, bedingt; eine andere Eintheilung ist bei jener einzig zulässigen Definition logischer Weise nicht möglich: denn wenn die Aufgabe der Morphologie in der Erklärung der äusseren Form des Thierkörpers einerseits, seiner Zusammensetzung andererseits, besteht, wenn ferner jede einzelne wissenschaftliche Disciplin gewissermaassen ein in sich abgeschlossenes Ganzes sein muss, so muss die Morphologie ohne Frage in zwei Hauptdisciplinen zerfallen, von denen die eine, die Promorphologie, die Aufgabe hat, die Grundform des Thierkörpers, die andere, die Tectologie, seine individuelle Zusammensetzung wissenschaftlich zu erklären.

Nun soll aber die organische Formenwissenschaft nach demjenigen Werke, welchem unter der nach dem Auftreten Darwin's erschienenen morphologischen Literatur unzweifelhaft der erste Platz gebührt, nach Haeckel's „Genereller Morphologie", zunächst nicht in Grundformen- und Individualitätslehre, sondern in Anatomie und Entwickelungsgeschichte zerfallen. Diese Eintheilung ist theoretisch unhaltbar, weil die beiden Disciplinen, welche sie schafft, der Forderung nach je einem in sich abgeschlossenen Ganzen nicht entsprechen.

Die Haeckel'sche „Anatomie", welche er weiter in die beiden Zweige der „Tectologie" und „Promorphologie" zerlegt, kann deshalb kein selbständiger Hauptzweig der Morphologie sein, weil ihre beiden Disciplinen erst durch Zuhülfenahme der Entwickelungsgeschichte einen wissenschaftlichen Charakter erhalten, weil sie ohne dieselbe kein in sich abgeschlossenes Ganzes bilden können. Denn die Haeckel'sche „Tectologie" sowohl, wie seine „Promorphologie", wie sie beide im ersten Bande der „Generellen

Morphologie" dargestellt sind, haben nur den bereits vollständig entwickelten Organismus, beziehungsweise dessen Theile, zum Gegenstande, sie können ihn wohl kennen, aber nicht erkennen, lehren, welches letztere nur mit Hülfe der Entwickelungsgeschichte möglich ist. Da nun diese aber nach Haeckel einen selbständigen Hauptzweig der Morphologie bildet, da sie mithin von den die „Anatomie" bildenden Disciplinen, der „Tectologie" und der „Promorphologie", ausgeschlossen bleibt, so kann die „Anatomie" nimmermehr ein für sich bestehendes Ganzes, ein Hauptzweig der Morphologie sein. Selbstverständlich verliert dann auch die „Entwickelungsgeschichte" ihre Bedeutung als anderer Hauptzweig der Morphologie, und wir sind auf eine bessere Eintheilung der letzteren angewiesen. Wenn eine solche nicht möglich wäre, würden wir allerdings die Haeckel'sche jeder andern vorziehen, und bei der weiteren Eintheilung der obersten morphologischen Disciplinen ist sie in der That die einzig mögliche und wird uns dort die besten Dienste leisten.

Aber die oberste Eintheilung kann, wie schon oben auseinander gesetzt, dem Begriff der Morphologie gemäss, logischer Weise keine andere sein, als die, welche den einen Hauptzweig der thierischen Formenwissenschaft in der Individualitätslehre oder Tectologie, den andern in der Grundformenlehre oder Promorphologie erblickt.

Es ist klar, dass nach dieser Eintheilung die Begriffe „Tectologie" und „Promorphologie" eine ganz andere Bedeutung nach Inhalt und Umfang erhalten, als bei Haeckel. Denn während das, was Haeckel Tectologie nennt, nur die verschiedenen Stufen der thierischen Individualität unterscheiden und definiren lehrt, ist dieses nur ein Theil dessen, was unsere Tectologie zu leisten hat. Diese hat nicht nur die verschiedenen Stufen der Individualität unterscheiden und kennen zu lehren, sie hat auch ihre Entwickelungsgeschichte, individuelle wie paläontologische, zu erforschen, um die Individualitätsstufen erkennen und verstehen zu lehren, wodurch die Tectologie erst zu einer einheitlichen wissenschaftlichen Disciplin wird. Ganz dasselbe gilt von der Promorphologie. Diese hat nicht nur, wie sie es bei Haeckel thut, die Momente aufzufinden, nach welchen der Morphologe die Grundformenbestimmung organischer Körper vorzunehmen hat; die Grundformenlehre muss ausserdem, wie es die Tectologie für die Individualitätsstufen thut, die Ontogenie und Phylogenie der organischen Grundformen aufzuhellen suchen, wodurch auch sie erst

einheitlichen wissenschaftlichen Charakter und Anspruch darauf erhält, der Tectologie als zweiter Hauptzweig der Morphologie gegenüber gestellt zu werden. Freilich muss der promorphologischen Betrachtung eines Thierkörpers die tectologische vorausgegangen sein, weil die äussere Gestalt eines solchen, zum Theil wenigstens, durch seine innere Zusammensetzung bedingt wird. Deshalb müssen wir als ersten Hauptzweig der Morphologie die Tectologie, als zweiten die Promorphologie in Anspruch nehmen. Die animale Tectologie will die allseitige wissenschaftliche Erforschung der Individualitätsverhältnisse im Thierreiche, und die animale Promorphologie ist die Gesammtwissenschaft von den thierischen Grundformen.

Natürlich werden durch die hier vorgeschlagene Eintheilung an die Morphologie keine höheren oder auch nur weiteren Anforderungen gestellt, als es durch die Haeckel'sche Eintheilung geschieht; im Grunde genommen soll die erstere nur eine, für die morphologische Praxis ziemlich gleichgültige, aber das Verständniss der Morphologie erleichternde, weil logischere, Transformation der letzteren, von Haeckel gegebenen, sein, dessen nicht hoch genug anzuschlagendes Verdienst darin besteht, zuerst der Morphologie alle diejenigen Fragen formulirt zu haben, deren Beantwortung von ihr nicht nur verlangt werden kann, sondern muss!

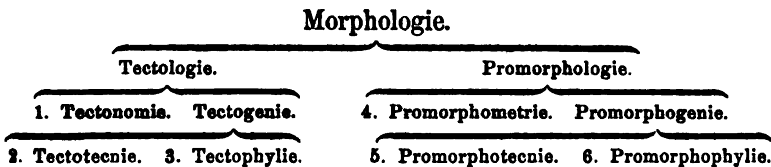
Jede der von uns unterschiedenen beiden morphologischen Disciplinen zerfällt nun weiterhin wieder in zwei Abtheilungen. Die Tectologie hat, wie schon oben kurz auseinander gesetzt, zunächst die Aufgabe, die Principien darzulegen, nach welchen der Morphologe verschiedene Individualitätsstufen unterscheidet und den Begriff jeder feststellt. Diese Aufgabe übernimmt die Tectonomie (= Tectologie Haeckel), die Lehre von den thierischen Individualitätsbegriffen. Der Tectonomie gegenüber steht die Tectogenie, die Lehre von der Entwickelung höherer Individualitätsstufen aus niederen, welche, da sie Ontogenie und Phylogenie der Individualitätsstufen umfasst, wieder eine Zweitheilung eingehen muss: Sie zerfällt in die Tectotecnie[1]) oder individuelle und in die Tectophylie oder paläontologische Entwickelungsgeschichte der Individualitätsstufen.

---

[1]) τὸ τέκνον (von τίκτω, ich gebäre, erzeuge, verursache, bringe hervor), das Erzeugte, Kind.

Der Tectologie entsprechend zerfällt auch die Promorphologie in die beiden Disciplinen der Promorphometrie (= Promorphologie Haeckel) und Promorphogenie, von denen jene die Momente ausfindig macht, nach denen sich der Morphologe bei Ausmessung der Grundform zu richten hat, diese, welche in Promorphotecnie und Promorphophylie zerfällt, die individuelle und paläontologische Entwickelungsgeschichte der Grundform zu erforschen hat.

Die gesammte Morphologie zerfällt also in sechs gesonderte Disciplinen, deren Gruppirung die folgende Uebersicht noch einmal vor Augen führen mag:



Mit der Eintheilung der Morphologie in die sechs numerirten Disciplinen der vorstehenden Uebersicht ist es jedoch noch nicht genug. Vielmehr können und müssen wir noch einen Schritt weiter gehen, indem wir jede dieser sechs Disciplinen in vier weitere eintheilen.

Diese Viertheilung der sechs morphologischen Disciplinen wird bedingt durch das Vorhandensein von vier Stufen morphologischer Individualität, wie es die Tectonomie nachweist [1]), durch die Unterscheidung von Plastide, Idorgan, Person und Stock.

Wenn man dieser Unterscheidung gemäss die gesammte Morphologie in Plastidologie oder Lehre von den Plastiden, in Organologie oder Lehre von den Idorganen, in Blastologie oder Lehre von den Personen, und in Cormologie oder Lehre von den Stöcken eintheilen wollte, so würde jede dieser vier Lehren, unserer oben gegebenen Eintheilung der Morphologie entsprechend, weiterhin in sechs Unterabtheilungen zu zerlegen sein. Auf alle Fälle erhalten wir letzthin 24 morphologische Disciplinen, deren Berechtigung aus der folgenden Darstellung der „Blastologie der Gattung Hydra“ hervorgehen wird. Da ich Bekanntschaft mit den Haeckel'schen tectologischen und promorphologi-

---

[1]) Vergleiche darüber: Ernst Haeckel, Ueber die Individualität des Thierkörpers. Jen. Zeitschr., Bd. XII, 1878, S. 1 ff.

schen Lehren hierbei voraussetzen muss, da ferner die Naturgeschichte der Hydra ziemlich allgemein bekannt sein dürfte, so darf ich mir wohl eine ab ovo beginnende und streng gleichmässige Behandlung der einzelnen Disciplinen der Blastologie von Hydra erlassen: Ich werde nur dort eingehender werden, wo ich persönliche Ansichten ausspreche und meine eignen neuen Beobachtungen mittheile.

Die erste der sechs blastologischen Disciplinen der Morphologie von Hydra, die Tectonomie der Hydra-Personen oder, wie wir sie auch nennen könnten, die Blastonomie der Hydren, stellt folgende Fragen: Was wird bei Hydra „Person" genannt? Wie verhält sich bei Hydra dieses morphologische Individuum dritter Stufe bezüglich seiner physiologischen Individualität? Und welcher Art sind die Hydra-Personen?

Schon die erste dieser drei Fragen ist keineswegs leicht zu beantworten. Nach Haeckel (l. c., S. 10) ist das „wichtigste und ausschliessliche Merkmal für den Begriff der thierischen Person" „die Zusammensetzung und Entwicklung aus zwei primären Keimblättern, Exoderm und Entoderm; sowie der Besitz eines Darmrohrs, das von diesen beiden Keimblättern umschlossen wird." Halten wir diese Begriffsbestimmung der thierischen Person fest, so ist es zwar zunächst unzweifelhaft, dass wir in dem Gastrula-Stadium der Hydra und weiterhin in dem Rumpfe der entwickelten Hydra, desgleichen in den der Tentakeln noch entbehrenden Knospen Repräsentanten der thierischen Person zu erblicken haben; es bleibt aber fraglich, ob dieses die einzigen solchen bei Hydra sind. Mereschkowsky (l. c., S. 253, Anmerkung) hält die entwickelte Hydra mit ihren Tentakeln für dasjenige, was wir Stock nennen. Er hält die Tentakeln ebensogut für Individuen, für Personen nach unserer Auffassung, als den Körper der Hydra, und kommt zu dem Schluss: „the hydranth is a colony". So sehr ich im Anfange geneigt war, über diese Anschauung zu lächeln, so sehr bin ich jetzt geneigt, mich ihr anzuschliessen. Auch die Tentakeln zeigen „Zusammensetzung und Entwicklung aus zwei primären Keimblättern, Exoderm und Entoderm", und auch ihnen ist „der Besitz eines Darmrohrs, das von diesen beiden Keimblättern umschlossen wird", in gewissem Sinne nicht abzusprechen; ist ja doch der Tentakel bei Hydra eine Ausstülpung der Körperwand, so gut, wie die durch Knospung entstehenden jungen Hydren. Dazu kommt, dass die abgeschnittenen Tentakeln im Stande sind, sich zu vollkommenen Hydren zu entwickeln, ja,

dass sie sich zu diesem Ende mitunter spontan ablösen. Der sehr gewissenhafte Rösel von Rosenhof [1]) beschreibt sehr umständlich seine diesbezüglichen Experimente und Beobachtungen, und ich finde durchaus keinen Grund, die Wahrhaftigkeit seiner Mittheilungen zu bezweifeln. Von Irrthum kann bei Rösel hier keine Rede sein; das muss Jeder zugeben, der ihn gelesen und seine unübertroffenen Abbildungen gesehen hat: Was er über die Regeneration abgeschnittener und spontan abgelöster Hydra-Tentakeln mittheilt ist entweder Wahrheit oder bewusste Darstellung erfundener Thatsachen. Das letztere anzunehmen, liegt bei dem trefflichen Rösel durchaus kein Grund vor, und es kann nicht ins Gewicht fallen, dass seine Mittheilungen nicht durch spätere Experimentatoren und Beobachter bestätigt sind; wer hat sich denn die Mühe gegeben, nach Rösel die Hydra wieder so sorgfältig zu studiren, wie er? — Wenn also, wie ich anzunehmen gezwungen bin, wenn die Tentakeln der Hydra im Stande sind, eine vollständige Hydra zu reproduziren, so müssen wir ihnen den morphologischen Werth einer Person zuschreiben; denn es ist im gesammten Thierreiche kein Fall bekannt, wo ein blosses Organ, was ein Hydra-Tentakel andernfalls sein müsste, den vollständigen Organismus reproducirt hätte. Aus diesem Grunde hält ja auch Haeckel mit Recht die Arme der Seesterne nicht für blosse Idorgane, weil sie bei einigen Arten im Stande sind, für sich allein die übrigen „Astrolenen" sammt dem „Astrodiscus" zu reproduciren, was kein Idorgan, soweit unsere bisherigen Beobachtungen reichen, vermag. — Ich beurtheile die vollständig entwickelte Hydra ebenso, wie unter den Kalkschwämmen einen Sycon. Bei diesem letzteren haben wir eine Hauptperson, welche durch strobiloide Knospenbildung viele Nebenpersonen erzeugt hat; ganz ebenso bei Hydra: Der Körper der letzteren ist die Hauptperson, die Tentakeln sind durch strobiloide Knospung hervorgebrachte Nebenpersonen, deren Stellung allerdings localisirt ist. — Die Auffassung, dass die Hydra-Tentakeln Personen sind, wird uns auch, wie sich zeigen wird, bei dem tectophyletischen Abschnitt unserer Blastologie der Hydra zu statten kommen.

Die zweite Frage, welche die uns jetzt beschäftigende Tectonomie der Hydra-Personen zu beantworten hat, ist die: Wie verhalten sich die letzteren bezüglich ihrer physiologischen Individua-

[1]) Rösel von Rosenhof, Der monathlich-herausgegebenen Insecten-Belustigung dritter Theil. Nürnberg, 1755.

lität? Die Antwort ist nach dem Vorhergehenden leicht: Während des Gastrula-Stadiums ist die später zur Hauptperson werdende Hydra-Person ein virtuelles physiologisches Individuum, ein virtuelles oder potentielles Bion; dasselbe gilt von den unentwickelten Knospen und von denjenigen gewaltsam oder spontan abgelösten Tentakeln, welche später zu vollkommenen Hydren werden. Solche virtuelle Bionten sind auch diejenigen Theilstücke, welche nach Rösel's Beobachtungen spontan durch Theilung vollständiger Hydren, senkrecht zur Längsaxe, entstehen. Hydra-Personen als partielle Bionten existiren nicht; höchstens könnte man solche abgeschnittene Tentakeln, die nicht, ungeachtet dessen, dass sie noch eine Zeit lang leben, wieder zu vollständigen Hydren werden, als partielle Bionten bezeichnen. Auch ein actuelles Bion oder reifes physiologisches Individuum, also diejenige Individualitätsstufe, welche jedem Organismus als dem völlig ausgebildeten Repräsentanten seiner Species zukommt, kann eine Hydra-Person, sei es Hauptperson oder Tentakel, streng genommen niemals sein, da bei Hydra, wenn unsere Ansicht von den Tentakeln richtig ist, das actuelle Bion die Formstufe des Stockes erreicht.

Unsere dritte tectonomische Frage lautete: Wie sind die Personen bei Hydra beschaffen? Im Gastrula-Stadium und als tentakellose Knospen sind sie einaxige und schlauchförmige oder doroide Personen; solche Personen sind auch die Hauptpersonen und Tentakeln; doch möchte ich diese dadurch von den übrigen doroiden Personen unterscheiden, dass ich die Hauptpersonen als Strobila-Hauptpersonen bezeichne, welche durch Knospenbildung die Tentakeln, die Strobila-Nebenpersonen, erzeugen und dadurch einem strobiloiden Stock das Dasein geben. Freilich sind die Strobila-Hauptpersonen der Hydra in der Weise differenzirt, dass sie nur an dem oralen Körperende Knospen treiben, wodurch sie sich von den Strobila-Hauptpersonen der Syconen unterscheiden, welche auf der ganzen äussern Körperoberfläche Knospenbildung aufweisen. Man könnte die Strobila-Hauptpersonen von Hydra deswegen ungleichpolige oder heteropole nennen. Als kreuzaxige oder stauraxonie Personen vermag ich die Strobila-Hauptpersonen der Hydra so wenig in Anspruch zu nehmen, wie diejenigen der Syconen. Eine bestimmte und feste Kreuzaxen-Zahl ist bei Hydra noch nicht fixirt, und man thut besser, nur solche Personen kreuzaxige zu nennen, bei denen das der Fall ist, wie bei den Medusen, Ctenophoren und Korallen, den Würmern und den vier typischen Thierstämmen. —

Wenn wir uns jetzt von den bisherigen tectonomischen Betrachtungen der Hydra-Personen zu der Tectogenie der letzteren wenden und zunächst die Tectotecnie behandeln, so ist es vor allen Dingen sehr wichtig, dass wir streng eine geschlechtliche und eine ungeschlechtliche Erzeugung der Hydra-Personen unterscheiden. Auf geschlechtlichem Wege entsteht die Gastrula-Person, aus welcher dadurch eine Strobila-Hauptperson wird, dass sie auf ungeschlechtlichem Wege die Strobila-Nebenpersonen, die Tentakeln, hervorbringt. Die Strobila-Hauptperson ist bei Hydra von Anfang an heteropol, denn die Tentakeln erscheinen nur an ihrem oralen Körperende. Eine solche Strobila-Hauptperson kann auch ungeschlechtlich durch Knospenbildung erzeugt werden.

Die Tectophylie der Hydra-Personen leitet die letzteren von der Gastraea ab. Aus der Gastraea entstand durch Anpassung an sessile Lebensweise der Protascus; aus diesem entstand durch Bildung von Nesselkapseln und durch das Erzeugen von Strobila-Nebenpersonen die Archydra. Diese Stammform aller Acalephen besass eine Strobila-Hauptperson, welche auf ihrer ganzen äussern Körperoberfläche mehr oder weniger unregelmässig vertheilte Strobila-Nebenpersonen trug, also in dieser Beziehung gleichpolig war. Die Strobila-Hauptperson der Stammform von Hydra wurde dadurch ungleichpolig, dass diejenigen Nebenpersonen, welche bei der Archydra der Mundöffnung zunächst standen, sich zu den Zwecken des Tastens, der Nahrungsbeschaffung und Vertheidigung, vielleicht auch der Respiration, dienende Organe des strobiloiden Stockes differenzirten, während die übrigen Tochterpersonen sich regelmässig von der Mutterperson abzulösen begannen, um neue strobiloide Stöcke zu erzeugen. Wir sehen also, dass die Unterscheidung von Strobila-Haupt- und -Nebenpersonen bei Hydra uns die Phylogenese der Tentakeln der Acalephen in befriedigender Weise zu erklären vermag, was nicht der Fall sein würde, wenn wir den Tentakeln blos den Werth von Idorganen zuschreiben wollten, denn es ist nicht einzusehen, wie die Tentakeln ganz unvermittelt entstehen konnten; dagegen ist es leicht zu begreifen, wie sich aus Nebenpersonen Tentakeln entwickeln konnten.

Von der Promorphologie der Hydra-Personen beschäftigt uns zunächst die Promorphometrie. Die Tentakeln sind bei Hydra einaxig-ungleichpolig, dasselbe ist bei der Gastrula-Person und den tentakellosen Knospen der Fall. Wenn wir nicht daran festhalten wollten, nur solche morphologische Individuen als kreuz-

axig zu bezeichnen, denen eine bestimmte Grundzahl zukömmt, so müssten wir die Strobila-Hauptperson von Hydra als kreuzaxige in Anspruch nehmen; da die Zahl ihrer Tentakeln aber eine ganz unbestimmte ist, so gehört auch sie zu den einaxigen Formen.

Dass der Hauptperson von Hydra keine bestimmte Grundzahl zukömmt, zeigt, wie sich nachher ergeben wird, ihre Promorphotecnie, über welche ich specielle Untersuchungen angestellt habe, und auf welche sich auch die Untersuchungen von MERESCHKOWSKY beziehen. Ich habe die MERESCHKOWSKY'sche Arbeit eine kritiklose genannt und muss das jetzt rechtfertigen. Wenn wir, wie MERESCHKOWSKY, die Ontogenese der Tentakeln bei Hydra in topographisch-chronologischer Beziehung studieren wollen, oder, was dasselbe ist, wenn wir Untersuchungen über die Promorphotecnie der Strobila-Hauptperson von Hydra anstellen wollen, so müssen wir, vorausgesetzt, dass wir überhaupt einigermaassen mit der Naturgeschichte der so vielfach untersuchten Thier-Gattung *Hydra* vertraut sind, jedenfalls zwei verschiedene Beobachtungsreihen vornehmen. Es ist erstens zu untersuchen, wie sich die fragliche Entwickelung bei denjenigen Strobila-Hauptpersonen der Hydra verhält, die auf geschlechtlichem Wege, also aus dem befruchteten Eie, entstehen, und zweitens muss die Tentakel-Entwickelung bei den auf ungeschlechtlichem Wege, durch Knospung, entstehenden Individuen verfolgt werden. Von vornherein voraussetzen, dass diese beiden Arten der Tentakel-Entwickelung keine wesentlichen Verschiedenheiten darbieten, ist höchst unkritisch. MERESCHKOWSKY macht aber diese Voraussetzung; er hat, wie aus seinem Aufsatze hervorgeht, nur die zweite, von der ersten streng zu unterscheidende, Art der Tentakelentwickelung, und diese keineswegs bei allen Hydra-Species, untersucht und leitet aus seinen Beobachtungen gleich „a very vigorous and constant law" ab, welches die Promorphotecnie der Strobila-Hauptpersonen von Hydra beherrschen soll. Es wird sich zeigen, wie viel ein auf solche Weise gewonnenes „Gesetz" werth ist.

Die Entwickelung der Tentakeln bei den aus dem befruchteten Eie entstehenden Strobila-Hauptpersonen der Hydra habe ich selbst nicht untersucht. Nach den vorliegenden Beobachtungen scheinen bei solchen Individuen gewöhnlich zunächst vier Tentakeln gleichzeitig zu erscheinen. Dieses ist jedoch nicht ausnahmslos der Fall; so sah KLEINENBERG[1]), nach welchem die Zahl der

[1]) Dr. NICOLAUS KLEINENBERG, Hydra. Eine anatomisch-entwickelungsgeschichtliche Untersuchung. Leipzig, 1872. S. 79.

ursprünglich angelegten Tentakeln allerdings auch gewöhnlich vier beträgt, unter seinen Augen gleichzeitig sieben entstehen. Ob sich die verschiedenen Arten von Hydra bezüglich der hier besprochenen Entwickelung verschieden verhalten, darüber finde ich keine positiven Angaben. KLEINENBERG hat ausser *Hydra viridis* jedenfalls meine, bei Jena, wo die Untersuchungen angestellt wurden, äusserst häufige, *H. Roeselii* untersucht; fraglich bleibt es, ob er die, nach meinen Beobachtungen dort seltene, *H. Trembleyi* zu Gesicht bekommen hat. Da nun ein so sorgfältiger Beobachter, wie KLEINENBERG es ist, bezüglich der hier besprochenen Promorphotecnie keinen Unterschied zwischen den von ihm untersuchten Arten angiebt, so wird ein solcher Unterschied auch überhaupt nicht bestehen. *H. viridis* und *H. Roeselii* werden sich in dieser Beziehung jedenfalls gleich verhalten, und schwerlich wird sich, wie wir später sehen werden, *H. Trembleyi* anders verhalten als die beiden erstgenannten Arten. Bei allen Hydra-Species werden meistens vier, zuweilen aber auch mehr als vier, Tentakeln sich gleichzeitig bei den aus dem befruchteten Eie entstehenden Individuen sich entwickeln.

Ueber die Entwickelung der Tentakeln an den durch Knospenbildung an einem Mutterthiere entstehenden Individuen hat MERESCHKOWSKY allerdings genauere Beobachtungen angestellt als alle früheren Forscher, aus dem einfachen Grunde, weil er sie zum Gegenstand einer besondern Arbeit machte, während die ältern Angaben sich nur auf gelegentlich gemachte Beobachtungen bezogen; aber für Beobachtungen, die eine besondere wissenschaftliche Arbeit bilden sollen, sind die MERESCHKOWSKY'schen lange nicht sorgfältig genug. Nach MERESCHKOWSKY sollen die Tentakeln der Hydra nach einander in Paaren auftreten, deren beiden Stücke einander gegenüberstehen. Abgesehen davon, dass MERESCHKOWSKY dieses auch für auf geschlechtlichem Wege entstehende Individuen, bei denen es, wie wir gesehen haben, nicht der Fall ist, stillschweigend gelten lässt, trifft es auch nicht bei den durch Knospung entstehenden Strobila-Hauptpersonen aller Hydra-Arten zu. Bei *H. Trembleyi*, welche meistens sechs Tentakeln besitzt, entwickeln sich diese sechs Tentakeln an den Knospen gleichzeitig und sind von vorn herein gleich gross, wovon ich mich durch sorgfältige und wiederholte Beobachtungen überzeugt habe. Wie *H. viridis* sich in dieser Beziehung verhält, kann ich leider nicht sagen, da ich im vergangenen Sommer bei Jena und

bis jetzt auch bei Kiel vergebens nach dieser Art gesucht habe. Nach Abbildungen Rösel's zu urtheilen, scheinen sich die Tentakeln an den Knospen von *H. viridis* ebenfalls gleichzeitig zu entwickeln; ich glaube dieses auch früher selbst beobachtet zu haben.

Anders ist es bei *H. Roeselii* [1]), welche Species, so wie ich sie hier fasse, Mereschkowsky allein untersucht hat. Aber auch hier gelten die Mereschkowsky'schen Angaben nur in beschränktem Maasse. Richtig ist, dass an den Knospen, die man an älteren Mutterthieren von *H. Roeselii* findet, zunächst nur zwei gegenständige Tentakeln auftreten. Dieses Verhalten ist sehr leicht zu constatiren; aber ebenso auffällig ist ein anderes Verhalten der zwei zuerst auftretenden Tentakeln, welches Mereschkowsky jedoch unbegreiflicher Weise gar nicht bemerkt hat: Die zwei ältesten Tentakeln an Knospen von *H. Roeselii* nehmen eine ganz bestimmte und unveränderliche Stellung zur Mutterperson ein. Wenn wir der Bequemlichkeit wegen annehmen, dass die Hauptaxe der Polypen-Knospe senkrecht zur Hauptaxe des Mutter-Polypen steht, wenn wir uns ferner eine Ebene vorstellen, zu welcher die Hauptaxe der Mutter senkrecht steht, während die Hauptaxe des Tochter-Stockes in diese Ebene hineinfällt, so ist die Stellung der beiden ältesten Tentakeln des Tochter-Polypen in allen Fällen so, dass sie gleichfalls in diese Ebene hineinfallen, also keinen Winkel mit ihr bilden: Sie liegen, kurz gesagt, in einer zur Hauptaxe des Mutterthieres senkrechten Ebene. Da es zur genauen Verständigung nothwendig ist, die an den sich später ablösenden Knospen von *Hydra Roeselii* nach und nach entstehenden Tentakeln mit festen Bezeichnungen zu belegen, so will ich die beiden zuerst und gleichzeitig erscheinenden Tentakeln als rechten und linken lateralen bezeichnen.

Die folgenden Tentakeln erscheinen immer einzeln, nie gleichzeitig. Der zunächst entstehende, welcher zu den beiden lateralen senkreckt steht, ist ausnahmslos dem oralen Körperende des Mutter-Polypen zugewendet. Auch diese Thatsache ist leicht zu constatiren; Mereschkowsky konnte sie natürlich nicht bemerken, da es ihm schon entgangen war, dass die beiden ältesten Tentakeln eine bestimmte und unveränderliche Stellung zum Mutterthier einnehmen. Ich bezeichne den dritten Tentakel als dorsalen.

---

[1]) Vergl. Taf. IV nebst Erklärung.

Der nach dem dorsalen zunächst erscheinende Tentakel steht dem ersteren gegenüber, ist also dem aboralen Ende des Mutter-Polypen zugewendet; ich bezeichne ihn als ventralen.

In Bezug auf die vier ältesten Tentakeln an Knospen von *Hydra Roeselii,* den rechten und linken lateralen, den dorsalen und ventralen, hat, wie wir sehen, MERESCHKOWSKY wenigstens annähernd Recht, wenn er sagt, die Tentakeln der Hydra entstehen in Paaren, deren beiden Stücke gegenständig sind. Doch beschränkt sich diese Behauptung nicht nur auf die vier ältesten Tentakeln, sondern sie beansprucht auch für die jüngeren Geltung. Hier ist sie aber entschieden falsch, wie sich gleich zeigen wird. Der fünfte Tentakel war in allen von mir beobachteten Fällen ein dorso-lateraler, nie ein ventro-lateraler, er gehörte bald der rechten, bald der linken Seite an. Nach MERESCHKOWSKY's Angaben hätte nun der sechste Tentakel ein ventro-lateraler sein müssen; er hätte dem fünften diametral gegenüber stehen müssen und hätte z. B. der linken Seite angehören müssen, wenn der fünfte Tentakel ein dorso-lateraler der rechten Seite war. Das fand aber in den Fällen, welche ich beobachtet habe, niemals statt: Auch der sechste Tentakel war immer, gleich dem fünften, ein dorso-lateraler; er stand links, wenn der fünfte rechts stand, und rechts, wenn der fünfte der linken Seite angehörte.

Bezüglich der Promorphophylie der Hydra-Personen zeigen diese Thatsachen nun, dass das über die Tentakel-Entwickelung bei Hydra in chronologisch-topographischer Beziehung von MERESCHKOWSKY aufgestellte „Gesetz“, welches zwar „very vigorous and constant“ sein soll, welches aber, wie wir sahen, auf die aus dem befruchteten Eie entstehenden Individuen nicht passt, welches, wie sich ferner zeigte, auch für die durch Knospung entstehenden Individuen nicht auf alle Hydra-Arten Anwendung finden kann, welches weiterhin schon darum sehr bedenklich erscheinen musste, weil an den Knospen nur die beiden ältesten Tentakeln gleichzeitig entstehen — dass dieses Gesetz durch die von mir beobachteten Thatsachen über die Entwickelung des sechsten Tentakels vollständig durchlöchert wird. Ein Gesetz, welches die Tentakel-Entwickelung bei Hydra in chronologisch-topographischer Beziehung beherrscht, existirt nicht.

Nichtsdestoweniger beansprucht diese Entwickelung bei H. Roeselii ein hohes promorphologisches Interesse. Bei allen Hydra-

Arten erscheinen die Tentakeln an den aus dem befruchteten Eie, also isolirt, sich entwickelnden Individuen in grösserer Anzahl gleichzeitig; bei *H. Trembleyi* und wahrscheinlich auch bei *H. viridis* ist das auch bei den durch Knospung, also nicht isolirt, entstehenden Individuen der Fall. Bei *H. Roeselii* dagegen entstehen die Tentakeln der Knospen, nicht der aus dem Eie sich entwickelnden Individuen, nicht gleichzeitig; jedoch nicht so, dass man aus dem Verfolge ihres successiven Erscheinens auf eine ihrer Entwickelung zu Grunde liegende Zahl schliessen könnte, sondern vielmehr so, dass die Reihenfolge des Erscheinens unzweifelhaft von der Stellung der einzelnen Knospen-Tentakeln zu dem die Knospe tragenden Mutterthiere abhängig erscheint. Ganz natürlich muss es uns deshalb vorkommen, dass die beiden lateralen Tentakeln gleichzeitig erscheinen, denn sie besitzen zum Mutterthiere eine relativ gleiche Stellung, also gleiche Entwickelungsbedingungen. Die letzteren sind dagegen verschieden für den dorsalen und ventralen Tentakel, von denen der erstere dem oralen, der letztere dem aboralen Ende des Mutterthiers zugekehrt ist, woraus sich ihr ungleichzeitiges Erscheinen begreifen lässt. Nun könnte man freilich erwarten, dass die beiden dorso-lateralen Tentakeln, welche zum Mutterthier eine relativ gleiche Stellung einnehmen, wieder gleichzeitig erscheinen würden. In gewissem Sinne thun sie das auch, da sie beide vor den ventro-lateralen zum Vorschein kommen, und ihr ungleichzeitiges Erscheinen erklärt sich wohl daraus, dass die physiologische Thätigkeit, welche bei der Entwickelung der Tentakeln obwaltet, nach dem Hervorbringen von vier Tentakeln schon zu sehr in Anspruch genommen ist, als dass sie weiterhin noch mehr als einen Tentakel gleichzeitig hervorbringen könnte.

Bei der Entwickelung der Tentakeln an den Knospen von *H. Roeselii* wird es sich besonders um die mehr oder weniger günstigen Entwickelungsbedingungen handeln, denen die einzelnen Tentakeln unterworfen sind, und diese Entwickelungsbedingungen sind in den ganz äusserlichen des für die Entwickelung erforderlichen Raumes zu suchen. Der meiste Raum ist dort vorhanden, wo die beiden lateralen Tentakeln erscheinen; und eben deswegen erscheinen zuerst hier zwei Tentakeln, die darum gleichzeitig erscheinen, weil sie in Bezug auf den verfügbaren Raum gleichgestellt sind. Nach dem Erscheinen dieser beiden Tentakeln ist dort der meiste Raum, wo sich der dorsale und ventrale Ten-

takel entwickeln; weshalb der dorsale zuerst erscheint, wissen wir freilich noch nicht. Eben so wenig wissen wir, weshalb die Tentakeln an den Knospen nicht aller Hydra-Arten ungleichzeitig erscheinen. Dagegen ist es leicht begreiflich, weshalb sie an den aus dem Eie entstehenden Individuen in grösserer Anzahl gleichzeitig erscheinen: Hier sind sie in Bezug auf den verfügbaren Raum gleichgestellt.

Was uns die Hydra hier lehrt, ist weniger für ihre eigne Promorphophylie, als für die anderer Zoophyten, und namentlich der Korallen und Medusen, von Interesse. Die Personen der Korallen besitzen keine regulär-strahlige, sondern eine amphithecte, in vielen Fällen sogar eine halbamphithecte, also eine „bilateral-symmetrische", Grundform. Die so beschaffenen Korallen-Personen nehmen bei den stockbildenden Arten eine ganz ähnliche bestimmte Stellung zum Stock ein, wie die etwa dreitentaklige, ebenfalls „bilateral-symmetrische", Knospe von *H. Roeselii* zum Mutterthier. Aus diesem Grunde habe ich die „bilateral-symmetrische" Grundform der Korallen-Personen als ein Produkt der Stockbildung erklärt. Dass ich Recht gehabt habe, beweist die Promorphotecnie der Strobila-Hauptpersonen von *H. Roeselii:* Hier sehen wir den unzweifelhaften Einfluss der Stockbildung auf die Grundform der den Stock zusammensetzenden Personen ganz deutlich, ein Einfluss, dessen Spuren an der entwickelten Hydra deshalb nicht mehr zu finden sind, weil die in ihrer Tentakelbildung beeinflusste Knospe sich frühzeitig von dem Mutterstock löst. Bei den meisten Korallen ist das nicht der Fall; hier bleibt die Tochter mit der Mutter vereinigt, hier hat im Laufe von ungemessenen Zeiträumen die Stockbildung die Grundform der Personen schliesslich so beeinflusst, dass dieselbe auch bei den entwickelten Individuen eine „bilateral-symmetrische" geworden ist, was sie bei den Knospen von *H. Roeselii* nur im Anfang ihrer individuellen Entwickelung ist. Kurz gesagt, illustrirt die Promorphotecnie der Strobila-Hauptpersonen von Hydra in aller wünschenswerthen Weise den promorphophyletischen status nascens der „bilateral-symmetrischen" Grundform der Korallen-Personen, und zwar bis ins Einzelne. Bei den Korallen hat sich das ungleichzeitige Erscheinen der Sarcosepten, Tentakeln und Gastralfilamente, welches bei den durch Knospenbildung entstehenden Personen durch die Stockbildung verursacht wurde, auch auf diejenigen Personen vererbt, welche aus dem Eie entstehen, und bei diesen sind

es zwei laterale Sarcosepten, zwei laterale Gastralfilamente, welche sich zuerst entwickeln und an die beiden an den Knospen von *Hydra Roeselii* zuerst entstehenden beiden lateralen Tentakeln erinnern. Bei den jungen Korallen-Personen sind es zwei laterale und ein dorsaler Tentakel, welche grösser sind als die übrigen, und an den Knospen von *Hydra Roeselii* sind es wieder die beiden lateralen und der dorsale Tentakel, welche sich zuerst entwickeln.

Doch nicht nur die individuelle und paläontologische Entwickelung der Grundform der Korallen-Personen, insofern dieselbe eine heterostaure ist, wird durch die Promorphotecnie der Strobila-Hauptpersonen von *H. Roeselii* in überraschender Weise aufgehellt, sondern auch eines der schwierigsten promorphologischen Probleme: Das Problem, welches die Frage nach der Erklärung einer bestimmten Grundzahl, wie wir sie bei Korallen und Quallen finden, in sich schliesst, und welches in der Abtheilung der Acalephen identisch ist mit der Frage, wie sich aus der, einer bestimmten Kreuzaxenzahl entbehrenden, Strobila-Hauptperson des Hydra-Polypen die durch eine bestimmte Kreuzaxen-Zahl charakterisirte actinoide, wie wir sie nennen wollen, Person der Medusen und Korallen hervorbilden konnte. In meiner Arbeit über die Personen der Korallen glaube ich einen der möglichen Wege aufgezeigt zu haben, auf welchem sechszählige und achtzählige Formen aus vierzähligen, fünfzählige aus sechszähligen hervorgehen konnten. Ich hatte dort mit Haeckel die Vierzahl, für welche bei den Hydro-Medusen ontogenetische, bei den Korallen paläontologische Thatsachen sprechen, als die ursprüngliche Grundzahl in Anspruch genommen, ich hatte aus dieser die Grundzahl sechs und acht und aus der Grundzahl sechs die Grundzahl fünf abzuleiten und durch die Stockbildung ursächlich zu erklären gesucht; doch die ursprüngliche Grundzahl Vier selbst blieb dort unerklärt. Nach dem Studium der Promorphotecnie von *H. Roeselii* glaube ich auch für die Grundzahl vier der causalen Erklärung einen möglichen, wenn nicht wahrscheinlichen, Weg zeigen zu können. Die Grundzahl der erwachsenen Hydra ist eine unbestimmte; die der sich entwickelnden tentakeltreibenden Knospe von *H. Roeselii* dagegen bis zu einem gewissen Stadium eine bestimmte, welche dadurch hervorgerufen wird, dass sich die Tentakeln zuerst dort entwickeln, wo sie am meisten Platz finden:

Zuerst entstehen zwei gegenständige Tentakeln, zu denen dann zwei weitere kommen, die sich wieder dort zeigen, wo sie sich am ungehindertsten entwickeln können, und hieraus resultirt die Grundform einer Quadrat-Pyramide dann, wenn sich kein fünfter Tentakel entwickelt. Das ist bei *H. Roeselii* häufig genug der Fall. Man findet sehr oft ausgewachsene Exemplare dieser Art mit nur vier Tentakeln, und, was das Merkwürdige ist, diese Vierzahl ist in den meisten Fällen erblich. Ich habe es oft genug beobachtet, dass die Tochter es nicht über vier Tentakeln brachte, wenn die Mutter nur vier hatte. Bei solchen Individuen ist vielleicht die physiologische Function der Tentakel-Entwickelung erschöpft, wenn vier Tentakeln entstanden sind. Wenn nun dieses Verhalten bei den Stammformen der Acalephen in noch höherem Grade erblich werden konnte, als es dieses bei *H. Roeselii* schon ist, so ist die ursprüngliche Grundzahl Vier erklärt, sie ist — als Folge der Knospenbildung — aus einer unbestimmten Grundzahl abgeleitet und ursächlich begründet. Auf andere Weise ist bis jetzt noch nicht einzusehen, weshalb die Vierzahl die ursprüngliche sein musste. Weshalb konnte nicht etwa die Dreizahl die ursprüngliche sein? Die Antwort giebt, wie gesagt, die Promorphotecnie der Knospen von *H. Roeselii*. An diesen Knospen entwickeln sich zuerst dort Tentakeln, wo die Bedingungen dazu die günstigsten sind; nur für zwei gegenständige Tentakeln sind sie im höchsten Grade und gleich günstig: Zwei gegenständige Tentakeln erscheinen vor den andern und gleichzeitig. Darauf erscheint ein dritter, der wieder einen der beiden, jetzt am günstigsten, Plätze einnimmt. Wir wissen nun zwar noch nicht, weshalb er vor dem vierten erscheint — vielleicht ist die tentakeltreibende physiologische Function schon zu erschöpft, um noch fernerhin mehr als einen Tentakel auf einmal hervorzubringen. Aber es ist für einen vierten Tentakel noch genügender Raum vorhanden und an der günstigsten Stelle desselben entwickelt er sich. Auf diese Weise kann vielleicht die ursprüngliche Vierzahl mechanisch erklärt werden, sie ist als mögliche Folge der Knospenbildung nachgewiesen.

Wir sehen, dass es ausser der natürlichen Zuchtwahl noch andere rein äusserliche formbildende Ursachen geben kann, welche das, was jene unerklärt lässt, in befriedigender Weise erklären. Dahin gehört die Stockbildung der Hydren und Korallen; nur in ihr ist der Grund zu suchen für die heterostaure Grundform der

Korallen-Personen, für die auffällige Promorphotecnie der Knospen von *Hydra Roeselii*, für die Vierzahl der Acalephen, und wir brauchen kein „Formgesetz", keinen „immanenten Bauplan" und andere dergleichen mystisch-teleologische formbildende Ursachen zu erfinden.

Nachschrift. Als ich den vorstehenden Aufsatz niederschrieb, war es mir nicht bekannt, dass ENGELMANN (vergl. „Zool. Anzeiger", I. Jahrg., 1878. S. 77) „die Entwickelung äusserst kleiner abgeschnittener Tentakelstückchen zu vollständigen fünfarmigen Polypen" bei Hydra beobachtet hatte. Diese Thatsache zeigt, dass mein Urtheil über RÖSEL richtig ist.

Erklärung der schematischen Figuren auf Tafel VI.

Fig. I. *Hydra Roeselii* mit einer ihr orales Körperende dem Beschauer zuwendenden Knospe, welche drei Tentakeln entwickelt hat, deren Stellung zum Mutterthier aus der Figur selbst ersichtlich ist. Die Tentakeln des Mutterthiers sind abgeschnitten dargestellt. — *r* und *l* die beiden (grössern) lateralen Tentakeln der Knospe; *d* der (kleinere) dorsale Tentakel derselben. *oa* Hauptaxe des Mutterthiers.

Fig. II—VII stellt das successive Erscheinen der Tentakeln an Knospen von *H. Roeselii* dar. Fig. II: Stadium ohne Tentakeln; Fig. VII: Stadium mit sechs Tentakeln. Die Reihenfolge des Erscheinens der einzelnen Tentakeln ist durch arabische Ziffern angegeben. Ihre relative Grösse ist in den Figuren durch verschiedene Länge der die Tentakeln darstellenden am einen Ende etwas verdickten Linien angedeutet. *r* und *l* laterale Tentakeln; *d* dorsaler, *v* ventraler Tentakel; *dlr* und *dll* dorso-laterale Tentakeln.

Druck von Ed. Frommann in Jena.

Das Skelet und Nervensystem von Lepidosiren annectens (Protopterus ang.)[1]

von

Prof. R. Wiedersheim
in Freiburg i. Br.

Hierzu Tafel VII u. VIII.

I. Das Skelet.

Das Skelet ist, so viel mir bekannt, theils in seinem ganzen Umfang, theils nur in einzelnen Abschnitten bis jetzt dreimal Gegenstand der Beschreibung gewesen. Zwei von den hierüber erschienenen Arbeiten, welche wir Owen (l. c.) und Peters (l. c.) verdanken, datiren vom Jahre 1839 resp. 1845 und entsprechen keineswegs den wissenschaftlichen Anforderungen von Heutzutage. Der dritte Aufsatz beschränkt sich auf die Schilderung des Kopfskelets und bildet einen Abschnitt des von Huxley verfassten Handbuches der Anatomie der Wirbelthiere. Er ist der ganzen Anlage des Buches entsprechend nur kurz gehalten und offenbar nur dazu bestimmt, eine allgemeine Uebersicht des dem Schädel zu Grunde liegenden Bauplanes zu entwerfen. Die beigefügten zwei Holzschnitte entsprechen diesem Zweck vollkommen und machen keinen Anspruch auf genaue Durchführung der einzelnen Abschnitte.

---

1) Litteratur.

R. Owen. Description of the Lepidosiren annectens, Linnean Soc. Vol. XVIII. 1839.

Th. Bischoff. Lepidosiren paradoxa. Leipzig 1840.

J. Hyrtl. Lepidosiren paradoxa, Monogr. Prag 1845.

W. Peters. Ueber einen dem Lepidosiren annectens verwandten Fisch von Quellimane.

Krauss. Ueber einen lebendigen Lungenfisch (Lepidosiren annectens) Owen, Württemb. naturw. Jahresh. 1864.

v. Klein. Beiträge zur Anatomie der Lepidosiren annectens.

C. Gegenbaur. Schultergürtel der Wirbethiere.

A. Günther. Description of Ceratodus Phil. Trans. of the Royal Soc. 1871.

Eine solche wird überhaupt an der Hand eines Holzschnittes kaum oder nur sehr schwer zu erreichen sein und schon aus diesem Grunde erachtete ich die Herstellung genauer lithographischer Abbildungen für höchst wünschenswerth. Ich gehe nun über zur Darstellung der Resultate meiner eigenen Studien.

A. Der Schädel.

Der Schädel von Protopterus liegt tief in die dicken Kaumuskeln eingegraben, ist aber trotzdem leichter als jeder Amphibienschädel frei und rein zu präpariren. Gleich von vornherein fällt der Knorpelreichthum in den hinteren und seitlichen Partieen auf, doch ist das ganze Gehäuse auch reichlich durch Deckknochen [1]) eingeschient und macht deshalb einen äusserst compacten, festen Eindruck.

Auf der Dorsalseite, dicht unter der Haut liegend, treffen wir einen mässig gewölbten, dreieckigen Knochen, welcher sich gegen die Schnautzenspitze zu stark verjüngt (Fig. 1, 3, 5 bei N). Er ruht auf dem knorpeligen Dach der Nasenkapsel und ich möchte ihn deshalb mit Huxley für ein Nasenbein erklären. Ein Os praemaxillare kann aus später zu erläuternden Gründen nicht darin enthalten sein.

An die hintere breite Basis des Knochens legen sich zwei flügelartige, in der Mittellinie anfangs enge zusammenstossende, später aber weit von einander divergirende dünne Knochen an (Fig. 1, 3, 5 bei S). Sie sind auch bei L. paradoxa vorhanden und liegen in einem Niveau mit dem Nasale; dorsalwärts sind sie convex, an ihren ventralen Seiten entsprechend concav und laufen nach hinten zipfelmützenartig in zwei zarte Spitzen aus. Diese enden oberhalb der Hinterhauptsgegend und der ganze Knochen erscheint jederseits hoch von der eigentlichen Schädeldecke abgehoben, so dass man am präparirten Schädel frei dazwischen durchblicken kann. Am frischen Präparat ist der ganze Zwischenraum von dem zum Processus coronoideus mandibulae ziehenden M. temporalis ausgefüllt und mit der gewaltigen Entwickelung des genannten Kaumuskels bringe ich auch die Entstehung der beiden sonderbaren Knochenlamellen in Verbindung, d. h. ich halte sie für in Folge des Muskelzuges entstandene Ossifica-

[1]) Der Reichthum oder vielleicht die alleinige Ausstattung mit im Perichondrium entstandenen Knochen ist ein Haupt-Charakteristikum für das Skelet von Protopterus, wie nach Günther für dasjenige von Ceratodus.

tionszonen in der Fascia temporalis resp. in der fast den ganzen Kopf einhüllenden, subcutanen Fascie überhaupt. Mit dem bis jetzt dafür gebrauchten Namen „Supraorbitalknochen" ist nichts erklärt, ja der Name ist schon deswegen nicht passend, weil sie sich weit über das Gebiet der Augenhöhle hinaus erstrecken [1]).

Vorne, gegen die Nasenkapsel zu, sind sie an ihrer Unterfläche durch kurzes, straffes Bindegewebe an die später als Processus ascendentes, sowie als Processus antorbitales zu beschreibenden Ausläufer der Pterygo-palatin-Spange angeheftet (Fig. 6, 7, AF und Pasc).

Unterhalb dieser Knochenlamellen stösst man auf das eigentliche Schädeldach, welches durch einen einzigen, unpaaren Fronto-parietal-Knochen (Fig. 1, 3, 5, FP) gebildet wird. In der Mittellinie erhebt er sich zu einer hohen, messerscharfen Kante, von welcher ebenfalls der M. temporalis entspringt. Von hier aus fallen die beiden Seitentheile giebeldachähnlich steil ab und zwar ragen sie an der lateralen Schädelwand vorne weiter herab, als hinten im Bereich der Ohrblase (Fig. 3, FP). Am erstgenannten Punkt sind sie nur durch eine sehr schmale Knorpelzone von den Vorderenden der Ossa pterygo-palatina getrennt und sind erst in ihrer ganzen Ausdehnung zu sehen, wenn man den (später zu schildernden) Trabecular-Knorpel entfernt, an dessen Innenfläche sie sich hinab senken. Huxley scheint jene trennende Knorpelzone nicht anzunehmen und lässt die betreffenden Knochen sich vollkommen berühren. Die Vorderenden der Fronto-parietalia erreichen nicht die knorpelige Nasenkapsel, sondern sind von ihr durch eine häutige Fontanelle getrennt (Fig. 3, 5, 6 bei Ht), welche sich nach vorne zu auch theilweise am Processus ascendens des Pterygo-palatinum inserirt (Fig. 3, 5, 6, Pasc). Durch die Seitenpartie dieser bindegewebigen Platte tritt der Opticus (Fig. 5, II) hindurch und in der Medianlinie ihrer dorsalen Fläche erblicken wir einen schlanken Knorpelstab, der nach vorne zu sich verbreiternd in das Knorpelgerüst der Nase übergeht (Fig. 5, 6 Es). Bei einem jungen Exemplar habe ich ihn so stark entwickelt gefunden, dass er den Zwischenraum zwischen den beiden Processus ascendentes vollkommen ausfüllte und nach rückwärts mit den Stirn-Scheitelbeinen continuirlich zusammenhing.

[1]) Bischoff nennt sie ihrer Beziehungen zur Muskulatur wegen „Jochbeine", obgleich er selbst fühlt, dass damit nicht das Richtige getroffen sein kann.

Nach hinten laufen die letztgenannten Knochen in eine Spitze aus und schieben sich damit auf eine ziemliche Strecke über das Supraoccipitale herüber (Fig. 1, vor Spo[1]). Dieses schliesst das Schädeldach nach rückwärts ab und ist an seiner hinteren Circumferenz mit einem oder zwei oberen Wirbelbogen sammt den zugehörigen Dornfortsätzen[1]) synostotisch verbunden (Fig. 1, 3, 5, Spo). Lateralwärts finden sich zwei Oeffnungen (Fig. 5, 12, XII) für den Durchtritt der Hypoglossus-Wurzeln[2]).

Ehe ich nun zur Beschreibung des Primordialschädels übergehe, fahre ich fort in der Betrachtung der übrigen Schädelknochen und zwar zunächst in der des O. pterygo-palatinum (PP). Dies ist eine bogig geschwungene, ausserordentlich starke Knochenlamelle, welche mit breiter Basis an der vorderen inneren Circumferenz des Quadratknorpels beginnend, unter allmäliger Verjüngung ihren Weg nach oben vorne und medianwärts nimmt, um schliesslich an jener Stelle der Schädelbasis mit ihrem Gegenstück zusammenzustossen, wo wir sonst den Vomer und das Palatinum zu suchen gewöhnt sind. Die Vereinigung beider Hälften in der Medianlinie ist kaum noch spurweise durch eine Naht (Fig. 2 Nh) angedeutet und es gehört ein sehr kräftiger Druck eines starken Messers dazu, um beide von einander zu trennen. Ist das geschehen, so sieht man (Fig. 5, SF) wie sie sich an der Stelle ihres Zusammenstosses bedeutend verdicken und pflockartig von unten her in der Regio nasalis einkeilen. Am stärksten prägt sich dies aus in der Median-Linie, wo sie das Septum nasale in seiner grössten Ausdehnung constituiren.

Fig. 18 illustrirt dies sehr deutlich, und man sieht zugleich, wie die Pterygo-palatina (PP) in ihrem Innern ein reiches Balkengerüst mit Havers'schen Canälen besitzen.

An diesem seinem Vorderende zerfällt nun jeder Knochen ausserdem noch in einige Fortsätze, wovon drei von der Ventral-

1) Basalwärts am Schädel ist eine Gliederung in Wirbelkörper so wenig vorhanden als an der Wirbelsäule.

2) Die Seitenpartieen des Supraoccipitale schieben sich ventralwärts hohlrinnenartig sehr weit gegen die Mittellinie vor, ohne dass sie jedoch an dem mir vorliegenden Präparat zu vollständiger Berührung kämen. Sie bedecken dabei den das Chorda-Ende einhüllenden Knorpel und erscheinen auf einem Sagittalschnitt des Schädels mit ihrem Schnittrand * auf Fig. 3. Auf seiner medialen Seite ist das Supraoccipitale nirgends von Knorpelmassen überlagert, wohl aber an seiner lateralen, durch die Capsula auditiva und deren basale Rückwärtsverlängerung (Fig. 3, OB).

fläche des Schädels her sichtbar sind, während uns der vierte nach Absprengung der Sehnenknochen S schon einmal begegnet ist. Ich habe ihn Processus ascendens (Fig. 6, 7 Pasc) genannt und ebenso habe ich für einen der drei anderen den Namen Processus antorbitalis vorgeschlagen. Es geschah dies aus dem Grund, weil er nach Lage und Aussehen dem gleichnamigen Gebilde der Urodelen, vor allem der Phanerobranchiaten zu entsprechen scheint. Die zwei noch übrig bleibenden Fortsätze schauen in die Mundhöhle herein (Fig. 2, 17, 18, E u. E^1) und sind mit zwei quer und schief gestellten schneidenden Messern zu vergleichen. Sie sind mit Email überzogen und erzeugen mit denen der anderen Seite eine Kreuzfigur deren hintere Schenkel weit lateralwärts divergiren, so dass zwischen beiden ein nach hinten sehr weit offener Winkel entsteht. Der Fortsatz E trägt zwei hintereinander liegende schneidende Kanten und die hintere davon liegt in der medianwärts fortgesetzt gedachten Axenverlängerung des Processus antorbitalis. Eine genauere Einsicht in diese einigermassen complicirten Verhältnisse dürfte erreicht werden durch eine Vergleichung der Fig. 2, 3 und 7 auf welch letzterer die gleichen Bezeichnungen angebracht, die knorpeligen Nasenkaspeln jedoch entfernt sind. Da diese Abbildung das linke Pterygo-palatinum im Profil zeigt, so sieht man die Zahnlamellen bei E u. E^1 nur von der Kante.

Die früheren Beschreiber sind gewiss vollkommen im Recht, wenn sie in der Pterygo-palatin-Spange nicht nur ein Gaumenflügelbein, sondern auch noch einen Vomer erblicken. Wie wichtig übrigens zur Feststellung dieser Ansicht entwickelungsgeschichtliche Studien sein müssten, liegt auf der Hand; leider sind aber hierfür des schwer zu gewinnenden Materials wegen nur geringe Aussichten vorhanden.

Mit der Innenfläche des hinteren Abschnittes vom Pterygopalatinum kommt jederseits das Parasphenoid (Fig. 2, 5, Ps^1) in die engste Berührung und erzeugt an dieser Stelle einen von seiner Hauptmasse scharf abgeknickten Fortsatz, welcher zusammen mit dem anstossenden Pterygo-palatinum die vordere Hälfte der Schädelbasis kahnartig vertieft (Fig. 2 u. 5).

Im Uebrigen ist das Parasphenoid ein sehr einfacher, vorne quer abgestutzter, hinten dagegen stielartig ausgezogener, dorsal gehöhlter Knochen, ganz von demselben Typus, wie er Fischen und Amphibien eigenthümlich ist. Mit seinem hinteren Ende umscheidet er ventralwärts den Chorda-Knorpel, dessen dorsale, von

Seiten des Supraoccipitale gelieferte Hülse wir oben schon kennen gelernt haben.

Was das Parasphenoid allein von demjenigen anderer niederer Wirbelthiere unterscheidet, ist der Umstand, dass es erstens, wie schon erwähnt, vorne quer abgestumpft erscheint, und dass es ferner lange nicht so weit nach vorne reicht, sondern von dem Punkte H auf Fig. 2 und 5 durch Knorpel (Prs) fortgesetzt wird. Da letzterer unter scharfer Knickung von ihm abgeht, so kann man auch hier, wie bei Selachiern (Gegenbaur) von einer „Basalecke“ reden.

Aussen an der Quadrat-Region liegt ein langer, schmaler Knochen Fig. 1—5, Sq, welcher dem Squamosum oder Tympanicum der Amphibien entspricht. Sein unteres, abgerundetes Ende einer — sowie der hintere Ursprung des Pterygo-palatinum (Fig. 5, PP) andererseits scheiden das Gelenkende des rein knorpeligen Quadratums (Qu) von aussen und innen ein, wodurch demselben der genügende Grad von Festigkeit verliehen wird, um als solides Widerlager für die Mandibula dienen zu können.

Ganz nahe dem Hinterrand des Squamosums liegt ein zarter Knochensplitter und nicht weit davon ein zweiter von dreieckiger Form (Fig. 3, Op, Op[1]). Beide halte ich für Opercularia was aus ihren nahen Beziehungen zu der Kiemenfalte deutlich hervorgeht. Der erste davon ist einerseits an die Regio quadrata des Squamosum und das obere Ende des Hyoids (Hy), der zweite nur an letzteres durch kurzes, straffes Bindegewebe befestigt.

Zwei seitlich am hinteren Abschnitt der Schädelbasis sitzende, stabartige Knochen (Fig. 1—3, KR) bringe ich später im Zusammenhang mit dem Visceralskelet zur Sprache.

Ich gehe nun über zur Betrachtung des Primordialschädels[1]), der auch beim erwachsenen Thier im ausgedehntesten Maasse erhalten und auf sämmtlichen Abbildungen durch einen blauen Farbton hervorgehoben ist.

Auf den ersten Blick erkennt man, dass die knorpeligen Schädelpartieen ihren ganzen topographischen Beziehungen nach in erster Linie den Trabekeln, den Parachordal-Elementen und den damit verschmolzenen Ohrblasen der übrigen Vertebraten entsprechen. Sie betheiligen sich stark am Aufbau der seitlichen Schädelwand (Fig. 1, 4, 5, 6, Tr) und sind hier von den Trigeminuslöchern durch

---

[1]) Bei Ceratodus ist er viel ausgedehnter und bildet eine rings geschlossene Knorpelkapsel, ganz wie bei Selachiern. Vgl. Günther, Taf. XXXV Fig. 2.

bohrt (Fig. 1, 3, V^1—V^3). Der Raum zwischen Squamosum, Parasphenoideum, Pterygo-palatinum, Occipitale und Fronto-parietale wird von ihnen vollkommen ausgefüllt und sie erzeugen in der Regio petrosa eine auf der ventralen, wie auf der dorsalen Seite deutlich ausgebauchte Gehörkapsel (Fig. 1—3, Ob u. Ob^1). Ein Foramen ovale ist nicht vorhanden, dagegen sind die drei Bogengänge gut entwickelt und durch den Knorpel hindurch wohl zu erkennen. In noch viel höherem Grade ist dies aber der Fall, wenn man das Präparat etwas eintrocknen lässt, was den Effekt hat, die betreffenden Gebilde als deutliche Wülste hervortreten zu lassen.

Dicht vor der Gehörblase (Fig. 2, VII) liegt basalwärts das Facialisloch, während hinter ihr der Glossopharyngeus (IX) und Vagus (X) durchtritt. An letzterer Stelle zieht sich der Knorpel weit an der Schädelbasis hinunter zum hintersten, schnabelförmigen Ende des Parasphenoids, verläuft darauf medianwärts und stösst von beiden Seiten dorsalwärts von dem letztgenannten Knochen in der Medianlinie unter Bildung einer unpaaren Platte zusammen. Diese hängt mit den Hüllmassen der Chorda (Fig. 5 HM) innig zusammen und entspricht dem Basi-occipitale der Amphibien. Ueber ihr Verhalten zum Supraoccipitale und Parasphenoideum habe ich mich früher schon ausgesprochen und komme jetzt nicht mehr darauf zurück.

Wie nun die Knorpelmassen ventralwärts zusammenstossen, so thun sie es auch dorsalwärts und zwar geschieht dies unterhalb der Hinterenden des unpaaren Fronto-parietale, welches man deshalb zuvor absprengen und bei Seite legen muss. Man sieht dabei, dass die vom Gehörsack herauf ziehenden Knorpellamellen auch noch das unter den Fronto-parietalia steckende Vorderende des Supra-occipitale überlagern. Wir haben es somit — und um dies deutlich zu erkennen, vergleiche man auch die einen Sagittalschnitt durch den Schädel darstellende Figur 5 bei Su — in der Regio petroso-occipitalis mit einem rings vollkommen geschlossenen, theilweise vom Supra-occipitale austapezirten Knorpelrohr zu schaffen. Auf derselben Figur sieht man auch, wie der Gehörsack, ganz ähnlich wie bei Teleostiern, gegen das Cavum cranii herein weit geöffnet ist (OB^1).

In der Richtung nach vorne verschmälern sich die trabecularen Knorpelzüge, während sie von aussen her die Contactstelle zwischen Fronto-parietale und Parasphenoid umgreifen. Bezüglich des letzteren Punktes stimmen sie mit Menobranchus und Pro-

teus überein (vergl. hierüber meine Arbeit über das Kopfskelet der Urodelen (Morph. Jahrbuch III)). Eine weitere Aehnlichkeit mit den Kiemenmolchen liegt darin, dass die Trabekeln mit ihren Vorderenden in der Mittellinie zusammenfliessen, doch geschieht dies hier in viel stärkerem Grade, nämlich unter Bildung einer langen und breiten Knorpelplatte, welche Huxley (l. c.) Praesphenoid nennt (Fig. 2, Prs). Ich habe oben schon erwähnt, dass sie sich unter scharfem Bug vom vorderen Ende des Parasphenoids absetzt und zum Theil noch in die Mundhöhle frei hereinschaut. Von hier aus krümmt sie sich wie das Vorderende eines Nachenbodens allmälig nach oben und bringt so das Cavum cranii nach vorne zum Abschluss (Fig. 5, Prs). In der Medianlinie des Schädels jedoch besitzt die Ethmoidplatte — denn als eine solche haben wir sie aufzufassen — einen von oben in sie eindringenden Ausschnitt und diesem Umstand ist es zuzuschreiben, dass sie auf der letztgenannten Abbildung das Schädeldach nicht ganz zu erreichen scheint. Letzteres wäre in dem Moment der Fall, wo wir einen seitlich von der Mittellinie durchschnittenen Schädel betrachten würden und dabei könnten wir beobachten, wie jene mit der das Nasendach formirenden Knorpelplatte ununterbrochen zusammenhängt.

Im vordersten Abschnitt der Schädelhöhle ist die Dura mater enorm entwickelt und bildet einen förmlichen Ausguss derselben. Sie ist von den beiden Olfactorii durchbohrt. Zieht man diese Haut, was nicht leicht gelingt, ab, so geräth man auf ein mehrere Millimeter dickes, dicht verfilztes Bindegewebslager (Fig. 5, B) und erst auf dieses folgt die oben besprochene, hyalinknorpelige Ethmoidalplatte. An der Ausschnittsstelle der letzteren, also in der Mittellinie, bildet jenes fibröse Gewebe einzig und allein die vordere Schädelwand und es stösst hier direkt an die pflockartigen, medianwärts enge zusammenstossenden Vorderenden der Pterygopalatina (Fig. 5, SF).

Letztere bilden den Hauptabschnitt und das eigentliche feste Gerüste der Nasenscheidewand; ausserdem aber existirt noch ein knorpeliges Septum (Fig. 5, 17, SK), welches nach vorne zu stumpf kegelförmig endet und hier zwischen die gegen die Schnauze zu etwas divergirenden Fortsätze E, E des Pterygo-palatinum (Fig. 2, 5, 17) eingelassen ist. Dieses so gestaltete, etwa zapfenartige Vorderende, ist von einem dicken Perichondrium (Fig. 17, Pch) überzogen und passt genau in die Höhlung eines compakten Knorpels hinein (Fig. 5, 6, PK), an dem man eine obere und un-

tere Fläche, sowie 3 Paar Fortsätze unterscheiden kann. Letztere sind nur von der Dorsalfläche sichtbar (Fig. 6) und zwar kann man ein hinteres, auf dem Vorderende der Nasenscheidewand reitendes Paar *(b)*, ferner zwei flügelartige, seitliche Lamellen *(c)* und endlich ein vorderes in die Oberlippe eingebettetes Paar unterscheiden *(a)*. Die obere Fläche des in Frage stehenden Knorpels ist convex, die untere leicht vertieft und mit zwei dicht nebeneinander stehenden spitzen Zähnen versehen. Ich halte das Ganze für die erste, und zwar allerprimitivste Anlage eines Praemaxillare oder eigentlich nur für einen knorpeligen Vorläufer desselben, insofern bis jetzt mit Ausnahme jener zwei Zähne von Knochenbildungen gar nichts zu sehen ist. Gerade in letzterem Umstand aber liegt für mich eine schöne Bestätigung der bekannten Hertwig'schen Theorie über die Bildung der Belegknochen der Mundhöhle. Der Protopterus ist eben bezüglich der Genese seines Zwischenkiefers auf einer sehr niederen Entwickelungsstufe stehen geblieben, in der es noch zu keiner Concrescenz von Zahnsockeln und somit noch zu keiner eigentlichen Knochenbildung gekommen ist.

Die seitlichen Nasenpartieen erscheinen als zierliche, gegitterte, blasenartige Anhängsel des Septums (Fig. 6, NK). Sie ragen, wie ein Blick auf die Figur 1 zeigt, rechts und links vom Nasenbein (N) weit hervor und indem sie so nur von der äusseren Haut bedeckt liegen, erinnern sie an die Riechkapseln der Kiemenmolche. (Vergl. meine Studien über das Kopfskelet der Urodelen.)

In Folge der von der Ventralseite einspringenden, oben schon ausführlich gewürdigten Vorderenden der Pterygo-palatina ist der Binnenraum der Nasenkapsel in dorso-ventraler Richtung bedeutend beschränkt, während er sich lateralwärts ziemlich weit ausdehnt (Fig. 17, 18 Cnas).

Der Boden wird zum grössten Theil von Pterygo-palatinum, sowie von der Mucosa oris und nur zum allerkleinsten Theil von einigen schmalen Knorpellamellen (NK) gebildet.

Die Mundschleimhaut ist hier sehr verdickt und in eben so viele hohe Falten gelegt, als einspringende Buchten und Winkel zwischen den sternförmigen Zahnleisten existiren; letztere werden von jenen Falten förmlich ausgegossen. Von Nasendrüsen vermochte ich keine Spur nachzuweisen, wohl aber dringt ausser dem Olfactorius noch ein starker, auch bei Urodelen in ganz denselben Beziehungen existirender Ast des Ramus I Trigemini in das Ca-

vum nasale herein, um dieses bei Trg (Fig. 6 u. 18) jedoch wieder zu verlassen und gegen die Schnauzenspitze auszustrahlen [1]).

Endlich muss ich noch eines hinter der Nasenkapsel auftauchenden, elegant geschwungenen Knorpelfadens Erwähnung thun (Fig. 1, 2, 3, 6 bei AF[1]). Derselbe scheint mit den vorderen Enden der Trabekel continuirlich zusammenzuhängen und nimmt von hier aus seinen Weg nach auswärts, rückwärts, wobei er in die die Oberlippe begrenzende Hautfalte eingelassen ist.

Es fragt sich, ob man dieses Gebilde, welches bei L. paradoxa [2]) eine viel grössere Entfaltung zeigt, das aber bei Protopterus, wie es scheint, noch von Niemand [3]) gesehen worden ist, nicht mit mehr Recht für einen Antorbital-Fortsatz im Sinne der Urodelen ansprechen soll, als jenen früher schon geschilderten und mit AF bezeichneten Fortsatz des Pterygo-palatinum?

B. Das Visceralskelet und die Gliedmaassen.

Das Visceralskelet betreffend ist zunächst über die Mandibula (Fig. 3, 4, 7, 8) Folgendes zu berichten.

Sie besteht aus zwei, vorne in der Mittellinie unter Bildung einer kräftigen Spina mentalis (Fig. 4, Spm) durch eine sehr feste Synchondrose vereinigten Seitentheilen, wovon jeder wieder in drei Componenten zerfällt. Die Hauptmasse wird durch das ausserordentlich feste und solide Articulare AA[1] repräsentirt und an dieses schliesst sich aussen das schmale Dentale (D). Das dritte Stück besteht aus Hyalinknorpel; es beginnt als breite, dicke, hinten mit einer Gelenkgrube (Fig. 7, GF) versehene Platte (CM) am hinteren Ende der Innenseite vom Articulare. Mit diesem ist es fast untrennbar verbunden und liegt eingebettet in einer tiefen Nische, welche sich nach vorne bei dem Punkte * in einen engen Canal fortsetzt.

Das Articulare bildet dessen Innen-, das Dentale dessen Ausserwand und sprengt man einen dieser Knochen ab, so sieht man den obgenannten Knorpel, zu einem feinen Fädchen verdünnt, hindurchziehen, um bei dem Punkt S auf Fig. 4 wieder zu Tage zu

---

1) Auch bei Protopterus, so gut wie bei Lepidosiren existiren vordere und hintere Nasenlöcher, was ich Owen gegenüber, welcher die Choanen übersehen hat, ausdrücklich hervorhebe.

2) „Oberlippenknorpel" der Autoren.

3) Nur Peters (l. c.) hat es abgebildet und er unterscheidet jederseits sogar zwei Oberlippenknorpel, einen „vorderen" und „hinteren".

treten. Von hier an liegt somit das zarte Knorpelband ausserhalb des knöchernen Unterkiefers, direkt unter der äusseren Haut. Es nimmt seinen Weg nach vorwärts einwärts zur Synchondrose der Mandibel, um an dieser Stelle sich etwas emporzukrümmen und von beiden Seiten zu einer starken Platte (Fig. 4, Co) zusammen zu fliessen. Ihr unterer Rand (P) ist bogig ausgeschnitten, während sich der obere zu drei hornartigen Fortsätzen *(c, b)* erhebt, welche durch zwei tiefe Incisuren von einander geschieden sind. Die ganze, so gestaltete Knorpelplatte ruht in einer tiefen, an der Aussenfläche der vordersten Mandibularzähne *d, d'* gelegenen Bucht, was auf der Figur 4 deutlich zum Ausdruck kommt.

Ehe nun die beiden Knorpelbänder zu der oben beschriebenen Vereinigung kommen, erzeugen sie an ihrem oberen Rand jederseits einen hohen, säbelartig geschwungenen Fortsatz *(a)*, welcher sich in die Bucht zwischen vorderem und hinterem Mandibular-Zahn *(d* und *e)* hineinfalzt und so weit emporragt, dass er mit seinem Ende in's Niveau der Zahnspitzen zu liegen kommt.

Es erhebt sich nun die Frage, wie ist der ganze Knorpelcomplex aufzufassen und haben frühere Beschreiber Recht damit gethan, ihn mit den Labialknorpeln der Selachier in eine Parallele zu bringen? Ich glaube nicht, kann mir aber gut vorstellen, wie jene zu dieser Ansicht gelangten. Sie fassten eben den Knorpel nur von der Stelle S an, in seinem Zug nach vorne, in's Auge, ohne zu ahnen, dass er mit dem Articular-Knorpel in organischem Zusammenhang steht. Gerade letzterer Umstand aber ist für seine Auffassung entscheidend und man kann keinen Augenblick im Zweifel darüber sein, dass es sich dabei um nichts Anderes handeln kann, als um den Meckel'schen Knorpel. Allerdings ist derselbe hier in seiner vorderen Partie so absonderlich gestaltet und gelagert, wie dies bei keinem andern Wirbelthiere mehr zur Beobachtung kommt. Es beruht dies meiner Ansicht nach auf der dürftigen Entwicklung des Dentale externum, welches deshalb den Knorpel nur zum kleinsten Theil von aussen zu umscheiden im Stande ist.

Schliesslich noch ein Wort über das Articulare (A). Wie man auf der Figur 5 und 8 erkennt, festigt dieser Knochen im Verein mit dem Hinterende des Dentale externum [1]) die vom Me-

---

[1]) Das Articulare schaut noch am unteren Rand des Dentale externum heraus (Fig. 3, 4, 8, A[1]).

ckel'schen Knorpel gebildete Articulationsstelle für das Quadratum (Fig. 7, CM, GF). Unmittelbar darüber wächst er zu einem relativ monströsen Processus coronoideus (Fig. 3, 4, 7, 8, Prc) aus, der übrigens in gerader Proportion steht zu der starken Kaumuskulatur. Nach vorne davon stürzt das Articulare steil ab und erzeugt hierauf an seinem oberen Rand eine lange, messerartig zugeschärfte Lamelle (Sl), welche ganz von Zahnschmelz überzogen ist und deshalb ein polirtes glänzendes Aussehen zeigt. Nach vorne zu erhebt sich dieselbe zu pflockartig gestalteten, ebenfalls von Schmelz überzogenen Zähnen *(d* und *e).* Sie dringen geschwulstartig so mächtig über den Aussenrand des Articulare (Fig. 4) hervor, dass sie gleichsam als Vorwerke des Unterkiefers imponiren und da sie an ihrem oberen, freien Ende schneidende Kanten tragen, so kann man sich lebhaft vorstellen, wie sie unter dem Einfluss einer excessiv entwickelten Kaumuskulatur als scharfe Messer oder Meissel einer ausserordentlichen Kraftleistung fähig sein müssen. Ich habe den Schmelzcharacter auf der Abbildung 4 und 7 durch feine Punktirung wieder zu geben versucht, um dadurch die übrigen Partieen des Articulare scharf abzugrenzen.

Das hinter der Mandibel liegende Hyoid (Fig. 3, 8, Hyd) ist ein schlanker, oben und unten keulenförmig aufgetriebener, in seinem Mittelstück eingeschnürter Knochen. Er ist lateralwärts leicht ausgebaucht und hängt an seinem oberen Ende durch starke Bandmassen mit dem Unterkiefer und dem Quadratknorpel zusammen (Fig. 8 Bdr, Bdr¹). Der Knochen ist keineswegs solid, sondern bildet nur eine äusserst dünne Hülse um einen central liegenden dicken Knorpelstab, der an seinem oberen und unteren Ende ohne irgend welche Präparation frei zu Tage tritt. In der Medianlinie sind die Unterenden beider Knochen durch sehr spärliches Bindegewebe verbunden.

Die skeletogene Grundlage des Kiemenapparates besteht aus sechs gracilen, leicht geschweiften Knorpelstäben (Fig. 8, 1—6), welche in der Kiemenschleimhaut eingebettet liegen und fünf Kiemenlöcher begrenzen (I—V). Sie sind von sehr ungleicher Länge und Stärke; am schwächsten ist der vordere, am kürzesten der hintere. Am längsten ist der zweite und fast ebenso lang und zugleich am stärksten unter allen ist der dritte.

Alle Kiemenbögen sind nach oben in feine Spitzen ausgezogen und schliesslich gehen sie in fibröse Stränge über, wodurch sie an der Basis cranii befestigt sind. Der erste Bogen trägt nur

eine sogenannte falsche Kieme, der zweite und dritte gar keine, wogegen die drei letzten reichlich mit Kiemenfransen ausgestattet sind. Auffallend lang und breit ist der zweite Kiemenschlitz, welcher nach oben nicht, wie alle übrigen, durch einen Schleimhautvorhang abgeschlossen ist, sondern von der Mucosa basis cranii direkt begrenzt wird. Ich bemerke hier schon ausdrücklich, dass die äusseren Kiemen von Protopterus mit der Kiemenhöhle selbst gar nichts zu schaffen haben, sondern dass sie aussen und zwar nach hinten und oben davon an der freien Hautfläche zu suchen sind. (Vergl. Fig. 9 bei KF.) Weiter kann ich mich darüber an dieser Stelle nicht verbreiten und gehe jetzt über zur Besprechung der Kopfrippe (Fig. 1, 2, 3, 8 KR).

Als solche fasse ich mit Humphry vorläufig jenen langen Knochenstab auf, welcher hinter dem Vagusloch an der Schädelbasis entspringend seine Richtung nach hinten, aussen und unten nimmt. Dabei kreuzt er sich mit dem oberen Ende des Schulterbogens, wie dies auf Figur 8 dargestellt ist. Sein proximales Ende ist stark verbreitert, von vorne nach hinten wie platt gedrückt, so dass es bei der Profilansicht (Fig. 8) allein nicht ganz richtig beurtheilt werden kann. Auf seiner obersten Fläche liegen zwei mit Knorpel überzogene, durch förmliche Kapselbänder mit dem Schädelgrund verbundene Gelenkfacetten. Es handelt sich also, genau genommen, um ein Doppelgelenk, ganz ähnlich demjenigen am proximalen Ende der Urodelen-Rippen. Zieht man von der Articulationsstelle an der Basis cranii eine gerade Linie nach rückwärts zur Unterfläche der Wirbelsäule, so geht diese durch die proximalen Rippenenden und dieser Umstand muss auch für die Beurtheilung jenes Gebildes in die Wagschale fallen.

Bei näherer Untersuchung erkennt man, dass die Kopfrippe ihrer grössten Masse nach aus Knorpel besteht und dass der Knochen, ganz ähnlich, wie wir dies beim Hyoid gesehen haben, nur eine dünne periphere Scheide darstellt. Diese Thatsache d. h. die ursprünglich rein hyalinknorpelige Anlage würde schon allein genügen, um den Gedanken an eine Clavicula im Sinne der Teleostier von der Hand zu weisen; dazu kommen aber noch die topographischen Beziehungen des Knochens. Sie weisen nemlich keineswegs auf eine Entstehung vom Integument aus hin, sondern könnten viel eher noch den Gedanken erwecken, dass wir es mit einem Appendikel des Branchialapparates zu schaffen haben. In diesem Sinne scheint auch Huxley den Knochen aufzufassen, wenn er ihn „Gaumen-Kiemenbein“ nennt. Eine

Erklärung ist damit freilich so wenig gegeben, als mit den von Owen und Bischoff gebrauchten Namen: „Griffelknochen" oder „Suspensorium der Schulter", gleichwohl aber ist jene Bezeichnung aus topographischen Gründen nicht unpassend gewählt. Von der vorderen Circumferenz des fraglichen Gebildes entspringt die Pharynxmuskulatur, während sich von der hinteren eine starre, fibröse Membran zur Basis cranii hinüberspannt. Sie erreicht letztere nicht direkt, sondern inserirt sich zunächst am Schultergürtel, sowie an der kleinen Knochenschuppe *Su* (Fig. 8), welche das oberste Ende des Schultergürtels mit dem Schädel verbindet. Von jenen Punkten aus zieht sie weiter und verwächst, wie oben erwähnt, mit der Basis cranii nach hinten und etwas oberhalb vom Vagusloch. Diese fibröse Haut bildet die hinterste Wand d. h. den eigentlichen Blindsack des Kiemenraumes; sie ist dabei nach hinten ausgebaucht und wird in dieser Lage von der Kopfrippe expandirt erhalten. Mich definitiv über die Bedeutung der letzteren in morphologischem Sinn zu entscheiden, vermag ich bis jetzt noch nicht, da ich bei keinem andern Wirbelthiere irgend etwas Aehnliches kenne, wodurch eine Vergleichung möglich würde.

Ich wende mich nun zur Beschreibung des Schulterbogens und der vorderen Extremität. Beide, namentlich aber der erstere, sind schon mehrmals Gegenstand der Beschreibung gewesen. Vor allem ist es die Arbeit Gegenbaur's (l. c.), welche sich in eingehendster Weise mit diesem Thema befasst und in Anbetracht dieses Umstandes könnte es beinahe überflüssig erscheinen, noch einmal darauf zurück zu kommen. Gleichwohl aber kann ich nicht darauf verzichten, denn ich hatte durch den Besitz jüngerer Exemplare Gelegenheit einerseits manches von Gegenbaur zweifelhaft Gelassene zu constatiren, andrerseits bin ich in diesem und jenem Punkt zu wesentlich andrer Auffassung gekommen.

Der Schultergürtel besteht aus zwei, an ihrem unteren vorderen Ende durch eine Knorpelcommissur continuirlich verbundenen Spangen, die an ihrer vorderen inneren Fläche von der Kiemenschleimhaut direkt überzogen sind und so im Verein mit der Kopfrippe ganz ähnlich wie bei Fischen für den hintersten Blindsack des Bronchialraumes ein festes schalenartiges Gerüste abgeben. Medianwärts sind sie gegenseitig durch eine fibröse, trommelfellartig ausgespannte Haut mit einander verbunden und fassen den Herzbeutel zwischen sich. Von ihrem hintersten, obersten Ende spannt sich die oben schon erwähnte, in eine fibröse Lamelle

eingebettete Knochenschuppe hinüber zur Schädelbasis, mit der sie sich fest verlöthet. Dieses Gebilde ist zum erstenmal von Peters (l. c.), wenn auch nur flüchtig beschrieben, abgebildet und Suprascapulare genannt worden. Bei Ceratodus nimmt es viel grössere Dimensionen an, verhält sich aber sonst principiell nicht verschieden. Somit ist der Schulterbogen der Dipnoi im Gegensatz zu dem der Selachier, wo eine derartige Verbindung nirgends existirt, an den Schädel geheftet und stimmt in dieser Beziehung mit Ganoiden[1]) und Teleostiern überein.

Wie ein Blick auf die Figur 8 beweist, übertrifft jede Schultergürtelhälfte den Hyoid- und Mandibularbogen an Länge, während sie sich im Aufbau nicht wesentlich von jenen unterscheidet. Wie z. B. bei der Mandibel, so unterscheiden wir auch hier ein dickeres oberes und schlankeres unteres Ende und ebenso dienen auch hier knöcherne und knorpelige Elemente als Baumaterial.

Was den Schultergürtel von Protopterus sofort principiell von demjenigen aller übrigen Wirbelthiere unterscheidet, sind folgende drei Punkte, die ich deswegen gleich hervorheben will:

1) Er liegt mit Ausnahme seines oberen Endes tief im Fleische des Rumpfes begraben und es hat sich deshalb noch keine eigentliche, für ihn ausschliesslich bestimmte Muskulatur differenzirt.
2) Er trägt an seinem hintersten äussersten Ende zeitlebens funktionirende Kiemen.
3) Die Extremität articulirt mit ihm ganz oben, fast an seinem äussersten Ende, so dass man, abgesehen von jenem Suprascapulare so gut wie von gar keinem dorsalen Abschnitt des Schulterbogens reden kann[2]).

Jede Hälfte ist in ihrem oberen, schaufelartig verbreiterten

---

[1]) Bei Acipenser besitzt jener Knochen noch eine knorpelige Grundlage, bei allen übrigen Ganoiden ist er wie bei Protopterus durch Schwund derselben zu einem freien Deckknochen geworden. Vergl. hierüber auch Gegenbaur (l. c. p. 105—106), der ihn übrigens bei Protopterus nicht erwähnt.

[2]) Diese Thatsache erscheint mir für die Frage nach der Herkunft des Beckengürtels von hoher Bedeutung, denn es wird sich fragen, ob der bei weitaus der grössten Mehrzahl der Fische nur durch ein ventrales Stück repräsentirte Beckengürtel nothwendigerweise als rückgebildet aufzufassen ist? Freilich würde eine Verneinung dieser Frage auch eine Negation der ursprünglichen Kiemenbogennatur desselben in sich schliessen.

Abschnitt medianwärts rinnenartig ausgehöhlt, und nach hinten, abwärts von einer scharfen Kante begrenzt. Das hinterste Ende wird durch einen Knochen (Fig. 8, OE) gebildet, der sich nach kurzem Verlauf in zwei Zinken gabelt, die auf der Abbildung durch punktirte Linien angedeutet sind [1]). Sie bilden auf der lateralwärts von dem Knochen liegenden Knorpelplatte ein deutliches Relief OE^1 und sind deshalb auch ohne Entfernung derselben schon deutlich zu erkennen. Jene Knorpelplatte nun, die man am ehesten mit einem Articulare vergleichen könnte, beginnt als schmaler kurzer Knorpel bei **, verbreitert sich dann sehr rasch und während ihr unterer Rand einen nur mässig gewellten Verlauf nimmt, schwillt der obere zu zwei kurz hintereinander liegenden Prominenzen an. Die hintere (Zp) erhebt sich zapfenartig und über sie ist das Basalglied der Extremität hutartig herübergestülpt, so dass man also bei Protopterus wie bei vielen Selachiern, Ganoiden und Teleostiern nicht von einem Humerus-Kopf, sondern von einer Humerus-Pfanne und einem Scapularkopf [2]) sprechen kann. Die zweite, von der ersten durch eine Incisur getrennte Prominenz (C) ist der Form nach mit einem Processus coronoideus des Unterkiefers zu vergleichen. In diesem Durchmesser erreicht der Knorpel seine grösste Breite und fällt dann unter plötzlicher Verjüngung nach vorne steil ab (Knp), um, in eine seichte Furche des Knochens ks eingelagert, sich zungenförmig zuzuspitzen. An dem Punkt † dringt er in den Knochen ks hinein und erscheint nach kurzem Verlauf wieder bei *y* [3]). Von hier schwillt der Knorpel mehr und mehr an und wird von ks so unvollständig umscheidet, dass er auch noch am unteren Rand zu Tage tritt. Schliesslich überschreitet er die Mittellinie und bildet die früher schon erwähnte, starke Knorpel-Commissur zur Verbindung beider Schultergürtelhälften. Von einer Naht ist Nichts nachzuweisen.

---

[1]) Gegenbaur erwähnt diesen Knochen nicht, was mit seiner sonst so sehr exacten Beschreibung des Schultergürtels nicht recht stimmen will.

[2]) Als Scapula kann man den mit dem Knorpel Knp genetisch zusammenhängenden Knochen OE bezeichnen; ob aber die mit C bezeichnete Prominenz als erste Andeutung eines Procoracoids aufzufassen ist, muss ich dahin gestellt sein lassen.

[3]) Gegenbaur stellte dies s. Z. als wahrscheinlich hin, konnte es aber, da ihm offenbar nur ältere Exemplare zu Gebot standen, nicht mit voller Sicherheit beweisen.

So liegen die Verhältnisse bei jüngeren Thieren; bei älteren tritt der Knorpel mehr in den Hintergrund und innerhalb des Knochens ks geht er spurlos verloren (Vgl. Gegenbaur). Es erübrigt noch, zu bemerken, dass der letztgenannte Knochen, welcher das eigentliche feste Skelet des Schultergürtels bildet, an der Innenseite des zuerst beschriebenen Knochen OE beginnt und ihn also medianwärts ähnlich einscheidet [1]), wie wir dies lateralwärts von Seiten des Knorpels OE¹ gesehen haben. Der Knochen ks ist, wie dies auch Gegenbaur annimmt, als im Perichondrium des ursprünglich ganz knorpeligen Schulterbogens entstanden aufzufassen, während OE mehr den Eindruck eines Knorpelknochens macht. Letzterer ist überdies mit dem Knorpel OE¹ so innig verwachsen, dass wohl beide in genetischer Beziehung unter einem Gesichtspunkte aufzufassen sind. Dadurch wird die Aehnlichkeit mit einer Mandibel noch frappanter, denn wie dort, so finden wir auch hier, eine Art von Meckel'schem Knorpel, sowie einen grossen Deckknochen im Sinne eines Dentale externum.

Wir haben somit gesehen, dass Protopterus in seinem Schulterbogen die von den Selachiern ererbte primitive Knorpelspange viel reiner und in grösserer Ausdehnung bewährt hat, als dies selbst bei Accipenser und Spatularia der Fall ist. Dieses Thier steht somit bezüglich des genannten Punktes gerade in der Mitte. Unterstützt wird diese Auffassung auch durch das Verhalten der als accessorische Bildungen fungirenden Deckknochen. Solche finden sich bei Ganoiden jederseits constant in der Vierzahl und in ganz gesetzmässiger Lagerung. Bei Protopterus dagegen existirt, wenn wir absehen von dem Knorpelknochen OE nur ein einziger [2]) Deckknochen ks und dieser liegt seiner grössten Ausbreitung nach am medialen (vorderen) Umfang des Schulterbogens, also dicht hinter der Schleimhaut des Branchialsackes. Dies scheint mir gegenüber den Ganoiden, bei welchen die betreffende Knochenkette stets nur lateralwärts und zum grössten Theil im Niveau der äusseren Haut gelegen ist, höchst wichtig und von grossem Belang für die Beurtheilung dieser Kno-

[1]) Es ist dies ein weiteres Beispiel für die uns jetzt schon öfters vorgekommene, höchst eigenthümliche Thatsache, dass das Primordial-Skelet des Protopterus fast durchweg zuerst medianwärts perichondrostotische Belegknochen aufweist, während wir bei andern Vertebraten das Gegentheil beobachten.

[2]) Bei Ceratodus und L. paradoxa zerfällt er durch eine Naht in einen oberen und unteren Abschnitt.

chenbildungen. Dass dieselben bei Ganoiden, wo sie die auch für andere Hautknochen characteristischen Skulpturen etc. tragen, ihrer Genese nach (vergl. O. Hertwig's Arbeiten) auf das Hautskelet (Hautzähne) überhaupt zurückführbar, d. h. mit letzterem identificirbar sind, steht ausser allem Zweifel und so mögen sie immerhin den Namen „Clavicularia" etc. führen. Hält man nun aber daneben den Schulterbogen des Protopterus in seiner tiefen, der äusseren Haut weit entrückten Lage und erwägt man ferner seine weiter unten noch zu erläuternden Beziehungen zum Kiemenapparat, so wird man wohl die Frage aufwerfen dürfen, ob der an seiner Innenseite entstandene Deckknochen seiner Genese nach nicht auf die Mucosa oris resp. auf die Schleimhaut der Kiemenhöhle zurückgeführt werden kann? Damit würde er in Parallele gestellt mit anderen Schleimhautknochen des Mundes, dem Parasphenoid, Vomer etc. und der Name Claviculare wäre nicht mehr zu rechtfertigen.

Wie ich schon früher bemerkte, sitzen die äusseren Kiemen auf dem hintersten freien Ende des Knochens OE auf. Bei jungen Thieren, von 9—12 Centimeter thun sie dies direct, bei älteren entfernen sie sich eine kleine Strecke davon und hier geben dann Bindegewebe und Gefässe das Verbindungsglied ab.

Stets unterscheidet man drei Kiemenfäden, zwei grössere obere und einen ganz kleinen unteren (Fig. 8, 9 bei KF.). Sie scheinen bezüglich ihrer Form, Farbe und Grösse sehr bedeutenden individuellen Schwankungen unterworfen zu sein, denn bald sind sie fast haarfeine, tief schwarz gefärbte kurze oder längere Fäserchen, bald wieder breitere hell- oder dunkelbraune Bänder, die sich an ihrem freien Ende ziemlich rasch zuspitzen. Von aussen, am unpräparirten Thier betrachtet, sitzen sie dicht oberhalb der das proximale Ende der Extremität sichelartig angreifenden Kiemenfalte (Fig. 9, †, KF) und nichts lässt darauf schliessen, dass sie nicht einfach in der Cutis stecken, sondern dass sie zum Schulterbogen in den obgenannten Beziehungen stehen. Wie schon Peters l. c. ganz richtig gesehen hat, erhalten die äusseren Kiemen von Protopterus ihre Arterien aus dem II., III. u. IV. Aortenbogen, während nur zwei Venen existiren. Bei der histologischen Untersuchung sieht man, wie jeder Kiemenfaden von einer Menge heller, pilzartiger Höckerchen über und über bedeckt ist. Jedes davon entspricht einer ganz freiliegenden Capillarschlinge und ich konnte ähnliche Verhältnisse an den äusseren Kiemen von Siren lacertina constatiren. Weder hier noch dort vermochte ich mit

Sicherheit als äusserste Schicht das bei Salamandrinen längst bekannte, Flimmerepithel nachzuweisen; möglich, dass der Erhaltungsgrad beider Präparate kein zureichender war. Von Muskelelementen ist ebenso wenig irgend eine Spur nachzuweisen und nur nach Analogie-Schlüssen kann ich annehmen, dass die wenigen Nervenfasern dem Vagus zugerechnet werden müssen.

Was nun endlich die vordere Extremität betrifft, so ist sie ja, so gut wie die hintere, ihrer allgemeinen Configuration nach längst bekannt und ich darf füglich von einer ausführlichen Schilderung derselben absehen, nur über die skeletogene Grundlage möchte ich kurz Folgendes bemerken.

Man kann am proximalen Ende ein Sockel- oder Basalglied unterscheiden, über dessen Beziehung zum Schultergürtel oben schon berichtet wurde. Dasselbe besitzt distalwärts einen grösseren vorderen und kleineren hinteren zapfenartigen Auswuchs (Fig. 8, *, *).

Eine dritte kürzere, aber stärkere Prominenz liegt in der Mitte und damit ist die übrige freie Flosse mittelst Bindegewebe verbunden. Letztere besteht aus einer langen Kette cylindrischer, in distaler Richtung an Grösse successive abnehmender Stückchen, welche durch Bindegewebe mit einander verbunden und seitlich bis zum freien Ende hinaus von einem dünnen Muskelstratum und starken Nerven flankirt sind (Fig. 8, Arm). Ich zählte bei einem Exemplar, dessen ganze Vorderextremität 6 Centim. lang war, 39 bis 40 einzelne Glieder, wovon die letzten ausserordentlich klein, ja fast punktförmig erschienen. In dem Kleinerwerden ist jedoch kein absolut regelmässiges Verhalten zu erkennen, insofern nach einem kleineren Stück in distaler Richtung plötzlich wieder ein beträchtlich grösseres kommen kann; es bildet dieses übrigens doch immer nur die Ausnahme.

Abgesehen von jenen zwei zapfenartigen Gebilden [1]) am Basalglied der Extremität finde ich keine Spuren mehr, die auf den biserialen Typus der Ceratodus-Flosse hinweisen. Dass übrigens letzterer auch bei Protopterus einst existirt haben muss, ist unzweifelhaft und ebenso sicher lässt sich auf Grund des Verhaltens jenes Basalgliedes behaupten, dass die Reduction der secundären Knorpelstrahlen in proximaler Richtung erfolgt sein muss. Damit steht auch die Umänderung der Extremitäten bei anderen Wirbel-

[1]) Dass diese einst knorpelige Strahlen getragen haben müssen, lehrt ein Blick auf die Ceratodus-Extremität, wo solche jetzt noch vorhanden sind.

thieren im Einklang, denn immer ist es der am meisten exponirte Theil, welcher zuerst modificirt wird, während wir proximalwärts vordringend auf ein immer conservativeres Verhalten stossen.

Von knorpeligen Radien, wie sie nach der Angabe von Peters l. c. an der unteren Seite der Knorpelkette vorkommen sollen, habe ich, obgleich ich 4 Exemplare darauf zu untersuchen-Gelegenheit hatte, nie etwas bemerkt. Alles was sich an der betreffenden Stelle vorfand, war ein individuell sehr verschieden langer und breiter Hautsaum, worin die ebenfalls durch Peters bekannt gewordene, in zwei Schichten angeordneten Hornfäden nachweisbar waren, ähnlich denjenigen der Selachierflossen, jedoch viel kürzer und zarter. Die letzten Consequenzen aus der so eigenartig gestalteten Vorderextremität von Protopterus zu ziehen, könnte jetzt schon gerathen erscheinen und vor Allem ist es das Verhältniss des Schultergürtels zu den äusseren Kiemen, welches dazu aufzufordern scheint. Seitdem aber die Gegenbaur'schen und Fürbringer'schen Arbeiten gezeigt haben, ein welch werthvoller Führer das Nervensystem ist für die Beurtheilung gewisser morphologischer Verhältnisse, werden wir auch hier das letzte Wort erst dann sprechen dürfen, nachdem wir jenes einer genauen Prüfung unterworfen haben werden.

Was den Beckengürtel anbelangt, so stimmt er mit demjenigen der übrigen Dipnoër so vollkommen überein, dass ich über ihn gar keine Worte zu verlieren brauche. Dasselbe gilt auch für die freie hintere Extremität. Interessant war mir aber folgender Umstand, in dem man zugleich (nach Analogie mit Siren) einen weiteren Beweis für den rudimentären Character der Protopterus-Gliedmassen erblicken kann. An einem 29 Centim. langen Exemplar vermisste ich nicht nur jegliche Spur der Abdominalflosse, sondern auch des Beckens. An der Stelle des letzteren fanden sich nur subcutane Fettmassen und auch die durch Humphry l. c. bekannt gewordenen Beckenmuskeln waren nirgends aufzufinden. Da das betreffende Exemplar im Uebrigen durchaus nichts Abnormes oder Krankhaftes darbot, so geht daraus hervor, dass der Protopterus auch ohne Gliedmassen gut existiren kann und dass ihm dieselben also keineswegs als Locomotions-Organe dienen können. Entweder — und damit stimme ich auch mit der Auffassung Anderer überein — sind sie als Tastwerkzeuge aufzufassen, womit auch die relativ reichliche Versorgung mit Nerven gut übereinstimmt, oder fungiren sie nur nach Analogie von Barteln.

C. Die Rippen und die Wirbelsäule.

Die Rippen sind kurz, gedrungen und dorsalwärts stark gekrümmt (Fig. 11, Ri). Ihr vertebrales Ende ist in das zähe, derbe, die Chordascheide umhüllende skeletogene Gewebe förmlich eingewachsen (Fig. 12, Ri). Auf der Figur 11 ist es künstlich herauspräparirt und man sieht dadurch, dass es nicht der seitlichen, sondern vielmehr der ventralen Circumferenz der Chorda anliegt. Am ganzen Rumpf hin sind die Rippen gleichmässig stark entwickelt, gegen die Schwanzgegend aber werden sie kürzer und kürzer und hören mit dem Beginn der Hämapophysen auf. Ob letztere aus einer Concrescenz von jenen (Gegenbaur) hervorgegangen sind, ist bei Protopterus schwer zu entscheiden, doch sprechen die Verhältnisse mehr dafür als dagegen.

Im Gegensatz zu den oberen Bogen sind die unteren schöner, gleichmässiger gewölbt und beiderseits gegen die Spina inferior hin synostotisch verwachsen, während die oberen zu trennen sind.

Der bekannte Satz, dass die Dipnoër keine segmentirte, aus Wirbelkörpern zusammengesetzte Columna vertebralis, sondern an Stelle derselben nur eine fortentwickelte Chorda besitzen, gilt auch für Protopterus[1]).

Präparirt man die Chorda aus der skeletogenen Schicht (Fig. 12, Bdd) heraus, so sieht man, wie sie ein fein quergeringeltes Aussehen besitzt (Fig. 11, Ch). Unten inseriren sich die Rippen, oben die Neural-Bogen (B) mit den Processus spinosi (a) und diese tragen im Bereich der Rückenflosse zwei Flossenträger, wovon auf der Fig. 12 bei c einer sichtbar ist. Zwischen den eben genannten Gebilden je zweier Wirbel spannt sich eine starre fibröse Haut (H) aus, welche speziell zwischen zwei Dornfortsätzen doppelt ist, so dass man wie bei Ganoiden auf Querschnitten einen von den beiden Blättern eingeschlossenen Hohlraum zur Anschauung bekommt. Derselbe ist von feinmaschigem Bindegewebe (Fig. 12—15 Bd) dicht erfüllt und durch ein Septum (Sept) meistens in zwei Kammern abgetheilt. Letzteres ist um so stärker entwickelt, je mehr wir uns der Basis der Dornfortsätze nähern, und umgekehrt um so schwächer, je weiter wir an jenen in die Höhe gehen, bis es endlich ganz geschwunden ist und die beiden Kammern zu einem unpaaren Raum confluiren (Fig. 15 Bd).

---

[1]) Von den durch Bischoff und Hyrtl bei L. paradoxa bekannt gewordenen rundlichen Knochenscheiben an der unteren Fläche der Chordascheide habe ich bei P. nichts wahrgenommen.

Zugleich haben sich die beiden Lamellen mehr und mehr seitlich ausgebaucht und damit ging Hand in Hand eine Vermehrung des interstitiellen Bindegewebes.

Zur Erklärung von Figur 12—15 sei noch Folgendes bemerkt. Wir haben es überall mit Querschnitten zu schaffen und wenn wir dies unter Zuziehung der Figur 11 [1]) im Auge behalten, so werden auch die mit a, b, c bezeichneten Gebilde leicht ihre Erklärung finden. Das unterste, mit a bezeichnete, entspricht dem Dornfortsatz des nächstfolgenden Wirbels, welcher auf Figur 12 ganz nahe an seiner Basis getroffen ist. Bei b erscheint das Mittelstück des zweitvorderen im Querschnitt und bei c endlich die Basis des ersten Flossenstrahles. Auf Schnitt 13—15 ist letztere nicht mehr eingezeichnet. Dornfortsätze, wie Flossenträger bestehen theils aus Knochen- theils aus Knorpelsubstanz. Letztere ist durch einen blauen Ton deutlicher hervorgehoben und man sieht, dass sie an dem oberen und unteren verdickten Ende der Processus spinosi, wie auch an der Basis der Flossenträger der Knochensubstanz gegenüber, welche hier nur eine dünne Rinde bildet, weitaus vorschlägt (Fig. 12, 13, 14) bei a und c, über die allgemeine Configuration der Knochen vgl. auch Fig. 11). In der Diaphysengegend der betreffenden Knochen ist das umgekehrte Verhältniss zu bemerken (Fig. 12—15 bei b). Bei c in Fig. 12 sieht man sehr hübsch, wie es zu einer allmäligen Resorption des Knorpels kommt; derselbe zieht sich strahlenförmig von der Knochenperipherie zurück, und es erinnert das Bild lebhaft an ein gewisses Stadium der Eibefruchtung von Petromyzon Planeri, wie es durch Calberla (Z. f. w. Z. 1877) bekannt geworden ist. Wie sich dort auf Einwirkung der Spermatozoën der Dotter von seiner Umhüllung unter Bildung von feinsten Fädchen zurückzieht, so hier der Knorpel von seiner Knochenhülse.

Es erübrigt schliesslich noch, auf feinere Strukturverhältnisse der Wirbelbogen und der Chorda dorsalis einen Blick zu werfen. Was die ersteren betrifft, so liegen sie, in das die Chorda rings umgebende Bindegewebe (Fig. 12, Bdd) ebenfalls eingebettet [2]) und

---

[1]) Auf dieser Figur erscheinen Dornfortsätze und Flossenträger zu steil aufgerichtet und zu weit auseinander gezogen. In Wirklichkeit liegen sie viel schiefer nach hinten und die Membran zwischen ihnen ist so schmal, dass sie sich fast unmittelbar berühren.

[2]) Von der von Hyrtl bei L. paradoxa erwähnten asymmetrischen Insertion derselben ist bei Protopterus nichts wahrzunehmen.

jeder von ihnen besteht aus zwei ventral- und dorsalwärts unvereinigten Hälften (Fig. 11—16, B), welche je an ihrer Aussenfläche eine wulstige, in der Axenverlängerung der Dornfortsätze gelegene Erhabenheit (Fig. 11, Cri) besitzen. In derselben können sich noch Knorpelreste (Fig. 15, Kno) finden.

Gegen die Chorda zu verbreitern sich die Bogen, während sie sich nach oben fast zapfenartig verjüngen (Fig. 11). An ihrer vorderen Circumferenz besitzen sie einen halbmondförmigen Ausschnitt, doch begrenzt dieser das Spinalloch nicht direkt, indem letzteres (Fig. 11, I) ganz in der die einzelnen Bogen verbindenden Haut gelegen ist. Auf der betreffenden Abbildung sieht man die Spinalnerven daraus hervortreten. Figur 16 zeigt einen Wirbelbogen nach Entfernung der Chorda von seiner ventralen Seite und man erkennt daraus, was bei der blossen Seitenansicht unmöglich ist, dass jede Hälfte basalwärts in eine längliche, breit-spindelförmige Platte ausläuft, welche an ihrer der Chorda zugekehrten Fläche ausgehöhlt ist (BP^1). Vorne und hinten stehen die beiden Platten weit auseinander, während ihre Mittelstücke nur durch eine Spalte getrennt sind **. Nimmt man Querschnitte zu Hilfe (Fig. 12—15), so sieht man, dass jene Gebilde der Chorda nicht direkt aufliegen, sondern dass sich ein hyalinknorpeliger Sockel (BP) dazwischenschiebt, welchen wir als letzten Rest der primären, von der skeletogenen Chordaschicht sich erhebenden Neurapophysen anzusehen haben. Die äussere Chordascheide (Fig. 12, CS^1) läuft nicht überall gleichmässig darunter weg, sondern erleidet da und dort (Un) eine Unterbrechung, wodurch die betreffende Knorpelmasse mit der inneren Chordascheide (CS) in direktem Zusammenhang steht.

Bei BP^1 auf sämmtlichen Querschnitten erscheinen die knöchernen Basalplatten und nach dem oben Mitgetheilten wird es nicht mehr befremdlich erscheinen, dass sie medianwärts bald weit, bald weniger weit auseinander liegen (**). Stets sind sie durch straffes Bindegewebe miteinander verlöthet und dasselbe gilt auch für den oberen Bogenabschluss (Fig. 12—16, *), nur dass hier nie eine so grosse Distanz zu erkennen ist (vgl. auch Fig. 11, *).

An der Chorda unterscheidet man, wie ich oben schon flüchtig andeutete, eine äussere und innere Scheide. Erstere ist strukturlos, glashell, sehr dünn (Fig. 12, CS^1) und von der inneren scharf abgesetzt. Diese (CS), wenigstens fünf bis sechsmal so dick als jene, besteht aus Faserknorpel, der sowohl eine concentrische als auch eine radiäre Schichtung erkennen lässt. Die namentlich

central angeordneten dicht gelagerten radiären Züge liegen in der Axenverlängerung der ganz analog ziehenden Chordamaschen, ja beide hängen direkt miteinander zusammen, was man sofort gewahr wird, wenn man den zierlich gewellten Innenrand der inneren Chordascheide mit starker Vergrösserung betrachtet. An eben dieser Stelle sieht man zwischen den in gegenseitigem Austausch stehenden Fasern Zellen eingesprengt, die an die Formelemente des Hyalinknorpels erinnern, die ich aber der schwachen Vergrösserung wegen auf der Fig. 12 nicht andeuten konnte.

Die central liegende Chorda (Ch) erscheint durch die excessive Entwickelung ihrer Hüllmassen in ihrer Ausdehnung wesentlich beschränkt. Ihr Maschensystem geht, wie dies auch sonst der Fall, in radiärer Anordnung von einem etwas dunkleren und dichter geschichteten Centrum aus, wie dies auf der Abbildung gut zu sehen ist.

Fünf bis sechs Centimeter vor der Schwanzspitze hört die Chorda sammt ihren beiden Scheiden scharf zugespitzt auf und wird durch einen, gleichsam über ihr letztes Ende kappenartig herübergestülpten, hyalinknorpeligen Stab fortgesetzt. Derselbe verläuft unter allmäliger Verjüngung bis zur äussersten Schwanzspitze und zeigt in seinem ganzen Verlauf eine auch von Owen schon bemerkte regelmässige Segmentirung. Es sind circa 30 solcher Segmente vorhanden und zwar nehmen sie in distaler Richtung in ganz regelmässiger Weise an Grösse ab. Die so gestaltete Knorpelgerte erinnert sehr an den axialen Flossenstab, was auch schon Günther (l. c.) für Ceratodus hervorhebt. Es ist übrigens dieses Verhalten der Wirbelsäule keineswegs auf die Dipnoër beschränkt, sondern findet sich auch bei Ganoiden und Teleostiern in weitester Verbreitung, worüber die Schriften Kölliker's, Agassiz' u. A. nachzulesen sind. Flesch (Sitzgsb. der physic. medicin. Gesellsch. zu Würzburg vom 1. Juni 1878) hat dasselbe auch für den Axolotl nachgewiesen und will auch bei anderen Urodelen Andeutungen davon gesehen haben. Es stehen mir über die Urodelen bezüglich dieses Punktes keine eigenen Erfahrungen zu Gebot, so viel aber kann ich mit Sicherheit behaupten, dass die hier existirenden Verhältnisse, mit der ihnen von Flesch gegebenen Deutung wenigstens, anf Protopterus direkt nicht übertragen werden dürfen. Erstens spricht, wie ich gleich zeigen werde, Alles dafür, dass bei Protopterus die Chorda früher auch an der Stelle des jetzigen Knorpelstabes existirte, dass letzterer sich also nicht, wie dies bei Urodelen der Fall zu

sein scheint, hypochordal entwickelt, und zweitens ist die Segmentirung des Endstabes im Sinne einer regelrechten Wirbel-Metamerie eine trügerische. Untersucht man nämlich die oberen und unteren Bogen, sowie die Spinalnerven, so wird man bald gewahr, dass sie in ihrer Zahl und Anordnung mit den Stab-Segmenten keineswegs Schritt halten, sondern dass oft auf ein Segment zwei und mehr von jenen entfallen [1]).

Damit hört natürlich jeder Vergleich mit Wirbeln oder wirbelähnlichen Theilen auf und was die Genese des Endstabes anbelangt, so bin ich, obgleich ich dieselbe nicht direkt verfolgen konnte, doch der festen Ueberzeugung, dass sich derselbe, wie oben schon bemerkt, an der Peripherie der früher hier ebenfalls vorhandenen Chorda unter allmälig fortschreitender Reduction derselben entwickelte. Legt man nämlich Sagittalschnitte durch denselben, so sieht man, wie der im Allgemeinen compacte Hyalinknorpel je zwischen zwei Segmenten eine netzartig durchbrochene, ja sogar da und dort grobmaschige Struktur besitzt. Die einzelnen Lücken und Maschen sind von einem Gewebe erfüllt, welches ich seines characteristischen Aussehens wegen für nichts Anderes halten kann, als für die letzten, allerdings spärlichen Ueberbleibsel der Chorda.

Jedenfalls lernen wir aus diesem Verhalten, dass man in Beurtheilung derartiger Verhältnisse die äusserste Vorsicht walten lassen und sich in Acht nehmen muss, das, was man bei der einen Thiergruppe als sicher erkannt, ohne Weiteres auf die andere zu übertragen. Hoffentlich zieht auch Flesch noch die Dipnoër in den Kreis seiner Untersuchungen, deren baldiger Veröffentlichung wir entgegensehen dürfen.

II. Das Gehirn und seine Nerven.

Was das Gehirn [2]) des Protopterus auf den ersten Blick von demjenigen der übrigen niedrigen Wirbelthiere unterscheidet, das ist einerseits die ausserordentliche, namentlich an der Basis hervortretende Schmalheit des Zwischen- und Mittelhirnes, anderer-

[1]) Ich kann Owen somit nicht bestätigen, wenn er behauptet, dass ein paralleles Verhalten zwischen den Segmenten und oberen Bogen existire.

[2]) Die früher erschienenen Beschreibungen Peter's und Owen's (l. c.) über das Gehirn von Protopterus sind so skizzenhaft und ungenau, dass ich darauf weiter gar nicht einzugehen brauche.

seits die relativ gut entwickelten, namentlich in dorso-ventraler Richtung stark ausgedehnten Hemisphären [1]). Dazu kommt als dritter Punkt eine scharfe Abknickung der Medulla oblongata und des Kleinhirnes von der Axe des hoch dorsalwärts emporgebauchten Mittelhirnes. Letzteres geht unter halsartiger Verjüngung nach vorne in das viel tiefer liegende Mittelhirn und die in dessen Axenverlängerung liegenden Hemisphären über. Letztere bilden — und dadurch stehen sie, abgesehen von Polypterus, in schroffem Gegensatz zu dem Gehirn aller übrigen Vertebraten — die tiefst liegende Partie des ganzen Organs (Fig. 21).

Sie sind gleichmässig längsoval, seitlich gleichsam comprimirt und entsenden nach vorne zu den N. olfactorius, der näher der oberen als der unteren Fläche aus einer dichten Fasermasse kegelartig heraus entspringt. Von einer zweiten, ventral gelegenen Olfactorius-Wurzel, wie ich sie bei Anuren (Anatomie des Frosches, III. Th.) andeutungsweise, bei den Schleichenlurchen (Anatomie der Gymnophionen) aber in vollendetster Weise nachzuweisen vermochte, ist bei Protopterus nichts zu erkennen. Die Hemisphären sind im Gegensatz zu L. paradoxa, wo sie nach Hyrtl basalwärts ineinander übergehen, von vorne bis nach hinten zum Hirnschlitz durch die Fissura sagittalis vollkommen von einander getrennt und ihre äussere convexe Fläche geht unter Bildung einer abgestumpften Kante in die mediale, rein senkrecht abstürzende Wand über. In der Nähe des Hirnschlitzes hängen sie durch eine zwischen beiden Grosshirnschenkeln ausgespannte, schmale Commissur zusammen. Ihre Ventrikel sind ihrer ganzen Formation entsprechend hoch und schmal, ohne sich in den Beginn des Nerv. olfactorius fortzusetzen. Ein Bulbus olfactorius ist wie bei L. paradoxa nicht differenzirt.

Das Zwischenhirn [2]) springt ventralwärts bauchig vor und lässt die Sehnerven (Fig. 19, II) aus sich entspringen. An der vorderen Circumferenz gehen beide Wurzeln direkt ineinander über, an der hinteren konnte ich dies nicht mit Sicherheit entscheiden;

---

[1]) Von assymmetrischen Lagebeziehungen des Gehirnes, wie sie durch Hyrtl von Lepidosiren paradoxa bekannt geworden sind, ist hier nichts zu bemerken.

[2]) Das Zwischen- wie das Mittel- und Kleinhirn von L. paradoxa weicht nach der, allerdings sehr skizzenhaft gehaltenen Schilderung und Abbildung Hyrtl's bedeutend von den entsprechenden Hirnregionen des Protopterus ab, allein ich müsste jenes Thier zuvor selbst untersucht haben, ehe ich genaue Vergleichungen anstellen kann.

jedenfalls kann man von keinem eigentlichen, an der Hirnoberfläche deutlich hervortretenden Chiasma sprechen. Der Opticus ist im Verhältniss zu dem kleinen Auge[1]) ausserordentlich stark entwickelt und hat einen so langen intracraniellen Lauf, wie er sonst nur bei Ganoiden und Selachiern vorkommt[2]). Anfangs geht er als cylindrischer Strang schräg nach vorne und aussen, legt sich darauf bei dem Punkt * an die innere Schädelwand und zieht zu einem platten, dünnen Bande geworden und eng an jene angepresst fast so weit nach vorne als die Hemisphären, um endlich bei † in die Orbita durchzubrechen (Fig. 19).

Dorsalwärts ist das Zwischenhirn durch ein tiefes, vom Hirnschlitz eingenommenes Thal vom Vorderhirn abgesetzt (Fig. 20, 21 hinter Z); dasselbe ist jedoch durch eine häutige, mit der Pia mater zusammenhängende Kuppel (Fig. 20, 21, Si) oder Kapsel überbrückt, die rings an den Rändern des Hirnschlitzes entspringt, deren Bedeutung mir aber nicht klar geworden ist. Auf ihrer Oberfläche fand ich eine kleine Oeffnung, von der ich nicht weiss, ob sie natürlich oder künstlich entstanden ist. Der vordere, steil abstürzende Theil der Kapsel, welcher im Gegensatz zur ganzen übrigen, durch ein zartes transparentes Aussehen charakterisirten Partie, opac und verdickt erscheint, hängt mit den Aderhautgeflechten der Ventriculi laterales zusammen und ist ihnen selbst in histologischer Beziehung zuzuweisen (Fig. 21 bei †). Nirgends habe ich die drüsenschlauchartige Struktur der Plexus chorioidei schöner ausgeprägt gesehen, als eben hier bei Protopterus und es ist schwer, sich dem Gedanken zu verschliessen, dieselben möchten einen, mit der Sekretion der Ventrikelflüssigkeit betrauten Drüsenapparat repräsentiren. Jene Kapsel erscheint wie ein Sicherheitsventil, in das jenes Fluidum bei Druckschwankungen vielleicht auszuweichen vermag, jedoch dürfte es schwer sein, diese Ansicht durch einen direkten Beweis zu stützen. Bis ich genauere histologische Details gesammelt hatte, war ich geneigt, das Organ für eine Zirbeldrüse[3]) zu halten, bald jedoch kam ich von jenem Gedanken zurück und gewahrte nach Entfernung der häutigen Kapsel ein auf der Grenze zwischen Mittel- und Zwischenhirn liegendes,

---

[1]) Bei Fischen steht sonst Opticus und Bulbus oculi stets in geradem Verhältniss.

[2]) Es ist auffallend, dass sich (nach Hyrtl's Bericht) bei L. paradoxa der Sehnerv sehr rudimentär zeigt und bei weitem nicht den langen intracraniellen Lauf besitzt.

[3]) Nach Hyrtl soll L. paradoxa keine Zirbeldrüse besitzen.

dorsalwärts stark emporspringendes Knötchen. Ich habe dasselbe auf Fig. 20 und 21 bei Z durchschimmernd gezeichnet und will noch hinzufügen, dass es mit seiner Vorder-Circumferenz in den Hirnschlitz jäh abstürzt und mit der übrigen Hirnmasse continuirlich und ohne irgend welche Abgrenzung zusammenhängt. Gerade letzterer Umstand liess mir seine Zirbelnatur wieder zweifelhaft erscheinen, während ich andererseits in Verlegenheit wäre, wo jenes Organ bei Protopterus zu suchen sein sollte? Denn, dass ich bei der Präparation absolut Nichts entfernte oder zerstörte, dafür glaube ich bürgen zu können. Aus demselben Grunde kann ich auch mit Bestimmtheit jede etwa zu vermuthende Verbindung einer Zirbeldrüse mit der Schädeldecke, wie sie bei Selachiern und Amphibien vorkommt, in Abrede stellen.

Basalwärts ist das Zwischenhirn (Fig. 19, ZH) in einen auffallend langen, annähernd cylindrischen, zapfenartigen Trichterfortsatz ausgezogen (Fig. 19, 21, T). Derselbe ist an seinem hinteren Ende basalwärts tief gespalten und die so entstehende Rinne ist von zwei wulstigen Lippen umfasst (L), in welche die ziemlich plattgedrückte, zungenartige Hypophyse eingelassen ist (Hyp). Diese ist an ihrem freien Ende gleichmässig abgerundet und besitzt eine rauhe, wie wollig aussehende Unterfläche.

Das oben schon in seiner allgemeinen Configuration und seinen topographischen Beziehungen geschilderte, fast wurstartig gekrümmte Mittelhirn (Fig. 20, 21, MH) besitzt auf seiner oberen, convexen Fläche ein von der übrigen Masse dunkler sich abhebendes Band, welches sich von der Epiphyse bis zum Cerebellum nach hinten erstreckt. Genau genommen sind es eigentlich drei parallel ziehende Bänder, ein mittleres breites, mit feinsten Querstrichen versehenes (*) und je ein seitliches helleres (l). Alle drei zusammen fasse ich auf als Ausdruck des an dieser Stelle kaum erst erfolgten und deshalb noch deutlich sichtbaren Abschlusses des Mittelhirn-Ventrikels oder Aquaeductus Sylvii. Diese Ansicht vermag ich zu stützen durch die fast spinnwebenartige Feinheit jener Bänder, welche bei der geringsten Berührung einreissen und so einen Einblick in den unterliegenden Hohlraum gestatten. Letzterer repräsentirt eine einfache, sagittal stehende Spalte, von glatten, wie mit dem Messer geschnittenen Wänden begrenzt, ohne irgend welche Prominenzen.

Dicht hinter oder eigentlich noch unterhalb des Mittelhirnes — letzteres springt nämlich zapfenartig weit nach hinten aus (Vergl. Fig. 20, HH) liegt das Hinterhirn (HH), welches, ganz

ähnlich wie bei Amphibien, nur eine schmale, nach hinten gegen die Rautengrube vorspringende, wie gerollt aussehende Marklamelle darstellt. Ihr freier, wulstiger Saum geht unter scharfer Biegung in die die Fossa rhomboidalis seitlich begrenzenden Lippen über (Fig. 20, 21, NH) und diese wiederum laufen am Ende von jener in die Hinterstränge des Rückenmarkes aus. Am Grunde der mit einem deutlichen Obex (Ob) versehenen Fossa rhomboidalis verläuft medial eine zarte Furche (Fig. 20, CF) wie wir eine solche auch auf der ventralen Seite des Nachhirnes bemerken (Fig. 19, NH). Die ganze Medulla oblongata stellt einen plattkegelförmigen Körper von ansehnlicher Länge dar und ist an ihrer Unterseite zart längsgestriemt. An der Uebergangsstelle in das Rückenmark verflacht sie sich mehr und mehr, wie denn auch letzteres selbst, ähnlich wie bei Cyclostomen einen ziemlich flachen, bandartigen Strang repräsentirt [1]). Ehe ich nun zur Schilderung der übrigen Hirnnerven übergehe, muss ich noch erwähnen, dass das Gehirn den Schädelraum so wenig ausfüllt, als dies nach Hyrtl bei Lepidosiren paradoxa der Fall zu sein scheint. Der übrig bleibende, während des Lebens wohl mit einer lymphartigen Flüssigkeit erfüllte Raum, ist — und darin stimmt Protopterus wieder mit Lepidosiren paradoxa überein — von einem aus feinsten Bindegewebsfasern und Gefässen bestehenden, in den verschiedensten Richtungen sich kreuzenden Balkenwerk durchzogen. Die Gefässe schlagen dabei so vor, dass die fibrösen Stränge nur als Stützapparat d. h. nur als feinste Träger von jenen zu figuriren scheinen. Es steht mir ausser allem Zweifel, dass die hier so massenhaft angehäuften Gefässe zur Sekretion jener oben erwähnten subarachnoidealen Flüssigkeit in direktester Beziehung stehen.

Die Hirnnerven sind bei L. paradoxa von Hyrtl und neuerdings bei Protopterus von Humphry (Journal of Anat. u. Physiol. Bd. VI.) ausführlich geschildert worden und es stimmen beide Thiere, wie es scheint, in den wesentlichsten Punkten überein. Dies gilt wenigstens für die periphere Verbreitung, während sich in den Ursprungsstellen wesentliche Differenzen ergeben, vorausgesetzt, dass die Hyrtl'schen Angaben durchweg genau und zuverlässig sind. Humphry scheint darauf gar nicht geachtet zu haben, wenigstens erwähnt er Nichts davon, so dass alle fol-

[1]) Die Aehnlichkeit wird noch dadurch vermehrt, dass auch hier die oberen und unteren Spinalwurzeln in alternirender Weise entspringen.

genden Notizen auf meinen eigenen Untersuchungen basiren. Ich lege deshalb bei meiner Schilderung darauf grösseren Nachdruck, als auf den von jenen obgenannten Forschern im Allgemeinen richtig angegebenen, peripheren Nervenverlauf [1]).

Auf den Riech- und Sehnerven, die ich oben schon besprochen habe, brauche ich jetzt nicht mehr zurückzukommen und will gleich bemerken, dass die Augenmuskelnerven nicht, wie man bis jetzt annehmen zu müssen glaubte, den Dipnoërn gänzlich fehlen, sondern dass einer wenigstens vorhanden ist. Ich gab mir — und dies ist jenes durch den Schädelraum hin sich erstreckenden und das Gehirn reichlich umspinnenden Gefässnetzes wegen ausserordentlich schwierig — alle erdenkliche Mühe, die etwa existirenden Augenmuskelnerven in ihrem Ursprung am Gehirn nachzuweisen. Es ist mir dies aber bei zwei Exemplaren nicht gelungen und erst wie ich das Gehirn herausgenommen, den Schädel sagittal gespalten und in Carmin durchgefärbt hatte, fand ich einen ziemlich langen, aber ausserordentlich feinen Nerven, welcher nach vorne und oben vom Ganglion Gasseri die laterale Schädelwand mittelst einer besonderen Oeffnung perforirte (Fig. 5, oc) und sich in den Augenmuskeln verlor, ohne dass ich nachzuweisen vermochte, welche davon er speciell versorgte. Mit diesem Durchtritt durch ein besonderes Loch ist allerdings noch nicht bewiesen, dass der Nerv auch einen besonderen Ursprung am Gehirn besitzt; er könnte ja auch kurz vor dem Durchtritt des Trigeminus aus diesem Nerven entspringen. Immerhin ist aber damit der Beweis geliefert, dass auch bei Protopterus die Augenmuskelnerven, wenn auch nur durch einen einzigen Stamm repräsentirt, sich zu individualisiren beginnen, wenn man sich dieselben, wofür allerdings noch keineswegs stricte Beweise vorliegen, aus der Trigeminusgruppe hervorgegangen denken will.

Ich muss übrigens gestehen, dass ich nach den neuesten Untersuchungen Schwalbe's über das Ganglion oculomotorii nicht sehr zu dieser Ansicht neige und deshalb jenen feinen Nervenfaden von Protopterus eher als einen selbstständig entspringenden Oculomotorius aufzufassen geneigt bin.

Der Quintus (V) entsteht mit vier sehr eng aneinander liegenden Wurzeln seitlich am vordersten äussersten Winkel der Medulla oblongata resp. des Hinterhirns. Mit ihnen anastomosirt

[1]) Alle die jetzt folgenden Zahlenbezeichnungen beziehen sich auf Fig. 19.

ein ventral, und zwar etwas hinter jenen entspringender, starker Nerv, der Facialis (VII)[1]) und dieser wiederum verbindet sich enge mit einem anderen Nervenstrang, der etwas weiter hinten seitlich vom verlängerten Mark entspringend die vordere Circumferenz der häutigen Hörblase umgreift, sich auf ihr reich verzweigt und vor Allem zwei starke Aeste zu den Ampullen entsendet (VIII[1])).

Ganz unabhängig von diesem, wie ich ihn gleich nennen will, accessorischen Hörnerven existirt nach hinten von ihm, ebenfalls aus der Seite der Medulla oblongata hervortretend, noch ein von jenem gänzlich unabhängiger Acusticus[2]). Der eigentliche Stamm ist kurz und zerfällt sofort in drei Zweige, welche die von jenem obgenannten Nerven frei gelassene Partie des Hörsackes umspinnen. Die genaueren Details ersieht man am besten aus der Abbildung und man wird erstaunt sein über die überreiche Versorgung des Hörorgans mit nervösen Elementen.

Nach dem eben geschilderten Sachverhalt bei Protopterus möchte ich fast bezweifeln, ob Hyrtl im Recht ist, wenn er den Acusticus bei L. paradoxa als Ast des Trigeminus entstehen lässt, ja ich behaupte ausdrücklich, dass, falls jener Nerv überhaupt nicht mit discreter Wurzel, sondern von einem andern benachbarten Nerven entspringt, dies kein anderer sein kann, als der Facialis, den Hyrtl, als besonderen Nerv gar nicht erwähnend, als Zweig des Trigeminus aufgefasst zu haben scheint. Humphry (l. c.) führt den Facialis als besonderen Hirnnerven auf, lässt uns aber über jene Ursprungsverhältnisse vollständig im Dunkeln.

Hinsichtlich dieses Punktes könnte man sich allerdings fragen, ob er als vordere (motorische) Wurzel des Trigeminus oder des Acusticus aufzufassen sei? Ich will dies nicht entscheiden und bezüglich seines Austrittes aus dem Schädel nur bemerken, dass letzterer basalwärts dicht am vorderen Umfang der Capsula auditiva erfolgt. Im Moment, wo er an der Basis cranii erscheint, erzeugt er eine hinter dem Squamosum durchtretende Communicationsschlinge mit dem Ramus III des Trigeminus (Chorda).

An dem Abgangspunkt derselben schickt der Facialis einen langen Ramus palatinus unter der Mucosa oris nach vorne bis

---

[1]) In topographischer Beziehung imponirt der Facialis als motorische Wurzel des Quintus.

[2]) Auch den Cyclostomen kommt ein accessorischer Acusticus zu.

in die Regio nasalis des Schädels. Ihm entgegengesetzt läuft ein an derselben Stelle entspringender Nervenfaden direkt nach rückwärts, umgreift die basalwärts stark vorgewölbte Hörkapsel von unten und anastomosirt dicht hinter derselben mit dem durch ein besonderes Loch austretenden Glossopharyngeus (IX). Ich bin der Erste, welcher letzteren als besonderen, vom Vagus wohl differenzirten Nerven aufführt und da die Darstellung desselben absolut mit keinen Schwierigkeiten verbunden ist, so bleibt es mir um so unverständlicher, warum in keiner früheren, die Dipnoër behandelnden, Arbeit von ihm die Rede ist.

Er entspringt eine ziemliche Strecke hinter dem Acusticus und zwar mit zwei sehr enge an einander liegenden Wurzeln aus dem Seitenrand der Medulla oblongata. Die hintere Wurzel strebt direkt auf die oben erwähnte Oeffnung im Schädel zu, die vordere (IX^1) dagegen schiebt sich dorsalwärts über jene nach hinten und vereinigt sich mit dem Vagus (X). Letzterer, welcher mit sieben dorsalen und zwei ventralen Wurzeln entspringt, repräsentirt einen Nerven, der sich bezüglich seiner Mächtigkeit mit dem Trigeminus gut messen, ja ihn vielleicht noch übertreffen kann.

Nach kurzem Verlauf vereinigt sich der radienartig verlaufende Wurzelcomplex zu einem kurzen, gemeinsamen Stamm, welcher zu einem grossen, in der Knorpelwand des Schädels liegenden Ganglion anschwillt (G). Aus letzterem geht dann ein ganzes Büschel [1]) von Nerven hervor, die in ihrem weiteren Verlauf von Humphry (l. c.) im Allgemeinen richtig beschrieben worden sind und von denen ich als wichtigen neuen Punkt deshalb nur Folgendes hervorheben will.

Der hinterste Strang (Fig. 10, Sr) zieht lateral von der Kopfrippe, (KR) aber genau in der Axe derselben, nach hinten, unten und aussen und communicirt mit dem vorderen Ast des Hypoglossus XII, in welchem er vollkommen aufgeht [2]).

Der Hypoglossus selbst entsteht noch intracraniell mit zwei ventralen, kräftigen Wurzeln (Fig. 19, XII), wovon aber die vordere die hintere an Stärke weit übertrifft. Jede davon tritt durch ein besonderes Loch der lateralen Schädelwand hindurch (Fig. 10, XII) und nachdem beide ausserhalb noch eine kleine

---

[1]) Der Vagus fungirt auch an Stelle des bei Protopterus so wenig als bei Cyclostomen existirenden Sympathicus.

[2]) Bei Rla auf Fig. 10 sieht man den Ram. lateralis N. vagi nach rückwärts ziehen.

Strecke getrennt zurückgelegt haben, vereinigen sie sich unter spitzem Winkel zu einem dicken Strang (Bra), welcher kurz nach seiner Entstehung einen feinen Nerven aus dem ersten Spinalis zur Verstärkung erhält (Fig. 10, I Sp).

So, aus Vagus-Hypoglossus und Spinalelementen componirt gelangt der Nerv in die Axillarfalte, wo er in mehrere kleine Seitenäste und zwei Hauptzweige zerfallend hinauszieht bis zur freien Spitze der Extremität. Die Lage des so construirten Plexus axillaris zum Seitenast des Vagus und zur Kopfrippe (KR) geht am besten aus der Abbildung 10 hervor, doch will ich kurz erläuternd bemerken, dass der dem Vagus entstammende Zweig, sowie der Hypoglossus selbst lateralwärts, der Zuzug vom ersten Spinalis dagegen medianwärts von der Kopfrippe verläuft.

Bei einem kleinen Exemplar von Protopterus entsprang aus der Hypoglossus-Schlinge ein nach vorne am Boden der Mundhöhle hinstreichender, den Musc. cephalo-hyoideus versorgender starker Zweig, welchen ich bei einem zweiten Exemplar nicht mehr aufzufinden vermochte. Er mag wohl hier, wie dies Hyrtl auch von Lepidosiren parodoxa beschreibt, aus der Vagusgruppe hervorgehen, gewiss behaupten kann ich dies aber nicht.

Somit lässt sich also mit Sicherheit behaupten, dass bei Protopterus Nervenelemente im Plexus brachialis verlaufen, die man bisher nur auf den Tractus intestinalis, die Kreislaufs- und, worauf es hier am meisten ankommt — auf die Respirationsorgane (Kiemen) beschränkt glaubte. Die Extremität erhält somit ausser Hypoglossusfasern einen kräftigen Kiemen-Nerven, d. h. einen Ast des Vagus. Das ist ein Satz, der in der vergleichenden Anatomie hiemit zum erstenmal ausgesprochen wird. Hält man die Thatsache der Versorgung der Extremität durch einen Kiemennerven zusammen mit dem, was ich früher schon über die topographischen Verhältnisse derselben, sowie ihre Beziehungen zu den äusseren Kiemen mitgetheilt habe, so wird man keinen Augenblick mehr daran zweifeln können, dass uns in **Protopterus** ein Thier erhalten ist, dessen primitive Organisation uns zu dem Ausspruch berechtigt: Die **Gegenbaur**'sche Hypothese über die Entstehung des Schultergürtels hat aufge-

hört eine Hypothese zu sein, sie ist zur festen, unumstösslichen Thatsache geworden.

Die Vorderextremität von Protopterus ist an ihrem locus nascendi d. h. im Bereich des Schädels, des Visceralskeletes und der Kopfnerven liegen geblieben, ein Verhalten, wie es bis jetzt von keinem andern Wirbelthier bekannt ist.

Ueber die morphologische Bedeutung des Beckens wage ich mir noch kein sicheres Urtheil zu bilden, obgleich auch seine Wanderung in distaler Richtung neulich von Davidoff an Selachiern sicher nachgewiesen wurde. Vielleicht bin ich später in der Lage, mich hierüber bestimmter äussern zu können.

An die genaue Durcharbeitung der übrigen Organsysteme des Protopterus bin ich bis jetzt mit Ausnahme des Hautskeletes (publ. im Anh. f. mikrosk. Anatomie 1880) noch nicht gekommen, doch hoffe ich diese Lücke später ergänzen zu können.

Bei der vorliegenden Arbeit, welche schon vor vier Jahren begonnen, dann aber äusserer Umstände wegen immer wieder unterbrochen wurde, bin ich von folgenden Herrn in liebenswürdigster Weise mit Material unterstützt worden: Ecker, v. Siebold, Ewart, Weismann, Hasse, Gegenbaur, Häckel und Reichert. Es ist mir eine Freude, denselben an dieser Stelle meinen freundlichsten Dank aussprechen zu dürfen.

Freiburg i/B. im December 1879.

Tafelerklärung.

Allgemein gültige Bezeichnungen.

AF, AF^1 Antorbitalfortsatz.
A, A^1 Articulare.
Arm Arm.
B Wirbelbogen.
B, *Bd*, *Bdd* Bindegewebe.
BP Basalplatte } desselben.
Cri Crista } desselben.
CF Centrafurche } desselben.
Ch Chorda dorsalis.
CS, CS^1 Aeussere und innere Scheide derselben.
Cnas Cavum nasale.
CM, CM^1 Cartilago Meckelii.
Co Mediale Commissur-Platte der letzteren.
D Dentale externum.
Es Fortsatz des knorpeligen Nasendaches.
E, E^1 Fortsätze des Pterygo-palatinum.
FP Fronto-parietale.
Frh Fossa rhomboidalis.
G Ganglion N. vagi.
GF Gelenkgrube am Unterkiefer.
H Haut zwischen Darmfortsätzen und Flossenträgern.
Ht Häutige Fontanelle vorne und seitlich am Schädeldach.
HH Hinterhirn.
Hy Hypophysis cerebri.
Hyd Os hyoideum.
HM Hüllmassen der Chorda.
KR Kopfrippe.
Knp Knorpel am Schulterbogen.
Ks Deckknochen am Schulterbogen.
KF Aeussere Kiemenfransen.
Med Medulla spinalis.
MH Mittelhirn.

N Os nasale.
NK, *NK*[1] Nasenknorpel.
Nh Naht zwischen den Vorderenden der Pterygo-palatina.
NH Nachhirn.
Ob Obex.
OB, *OB*[1] Ohrblase.
Op Opercular-Knochen.
PP Pterygo-palatinum.
Pch Perichondrium.
Prc Process. coronoideus mandibulae.
Pasc Process. ascend. des Pterygo-palatinum.
Ps Parasphenoid.
Ps[1] Fortsatz desselben zur Verbindung mit dem Pterygo-palatinum.
PK Schnauzenknorpel.
Pm Z Praemaxillar-Zähne.
Qu Quadratum.
Ri, *Ri* Rippen.
Rla Seitennerv des Vagus.
S Sehnenknochen.
Su Supra-occipital-Knorpel.
Sl Schmelzsubstanz.
SF Mediale Verbindungsstelle der Vorderenden der Pterygo-palatina (Septum nasale osseum).
SK Septum cartilagineum nasi.
Spo Supra-occipitale.
Sq Squamosum.
Sept Septum in dem häutigen Interspinal-Raume.
Sy Symphyse des Unterkiefers.
Spm Spina mentalis externa.
Sr der am Plexus brachialis sich betheiligende Ast des Vagus.
1 Sp Erster Spinal-Nerv.
Si Kuppel der Pia mater.
T Hirntrichter.
Tr Pars trabecularis cranii.
Trg Nasal-Ast des Quintus.
VH Vorderhirn.
Z Zirbel?
ZH Zwischenhirn.
Zp Gelenkhöcker für den Humerus.

1—6 Die sechs Kiemenbögen
I—V Die fünf Kiemenöffnungen
} auf Fig. 8.

I N. olfactorius
II N. opticus
V^1—V^3 N. Trigeminus
VII N. Facialis
VIII^1, *VIII* N. acusticus I u. II
IX, IX^1 N. glossopharyngeus
X N. vagus
XII N. hypoglossus
} resp. die Durchtrittspunkte dieser Nerven in der Schädelwand (Fig. 3 und 5).

Ueber die übrigen Bezeichnungen vergl. den Text.

Fig. 1. Schädel von oben.

Fig. 2. Schädel von unten.

Fig. 3. Schädel von der Seite (die Kiemenspangen sind entfernt).

Fig. 4. Unterkiefer von vorne.

Fig. 5. Sagittalschnitt durch den Schädel, wodurch das Cavum cranii eröffnet ist.

Fig. 6. Regio naso-ethmoidalis von oben. Das O. nasale und die Sehnenknochen sind entfernt.

Fig. 7. Rechte Unterkieferhälfte von Innen.

Fig. 7^1. Isolirtes Pterygo-palatinum der linken Seite von aussen,

Fig. 8. Das Visceral-Skelet mit dem Schulterbogen und der vorderen Extremität.

Fig. 9. Profilansicht des unpräparirten Kopfes. Die Schuppen, die Kiemenfalte, die äusseren Kiemen, sowie der Arm sind deutlich sichtbar.

Fig. 10. Plexus axillaris in seinem Verhältniss zur Basis cranii und Kopfrippe.

Fig. 11. Chorda dorsalis mit ihren Appendikeln.

Fig. 12—15. Querschnitte durch die Wirbelsäule mit Dornfortsätzen und Flossenträgern.

Fig. 16. Ein isolirter Wirbelbogen von der Ventralseite, um die auf der Chorda ruhenden Basalplatten zu zeigen. Die Chorda selbst ist entfernt.

Fig. 17. Querschnitt durch die vordere Nasengegend. Bei SK erscheint das zwischen die Fortsätze des Pterygo-palatinum EE eingeklemmte Septum cartilagineum.

Fig. 18. Querschnitt durch die hintere Nasengegend, um das von Seiten der Pterygo-palatina gebildete Septum osseum zu zeigen.

Fig. 19. Das Gehirn mit seinen Nerven und den beiden Gehörsäcken von der Ventralseite.

Fig. 20. Dasselbe von der Dorsalseite von einem jüngeren Exemplar. Die Nerven sind hier nicht eingezeichnet.

Fig. 21. Das Gehirn von der Seite, ebenfalls ohne Nerven mit Ausnahme des Olfactorius und Opticus.

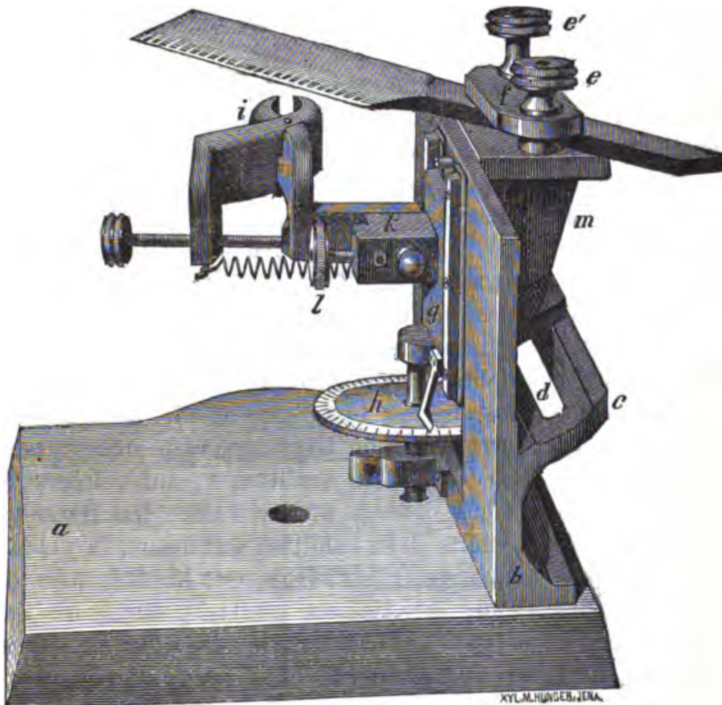
Sämmtliche Figuren sind unter der Lupe gezeichnet mit Ausnahme der Fig. 17 und 18, bei welchen Hartnack IV in Anwendung kam.

Ein neues Mikrotom.

Besprochen von

Dr. Körting,

Stabsarzt.



Mit Schluss des Jahres 1879 ist aus der Werkstatt von C. Zeiss in Jena ein neues Mikrotom hervorgegangen, welches nicht nur die grosse Zahl der vorhandenen Modelle vermehrt, sondern entschiedene Vorzüge vor der Mehrzahl derselben besitzt. Die erste Anregung zur Construction desselben ging 1878 von Professor Lichtheim aus, auf Grund einer Erfahrung, die wohl jeder bestätigt, der längere Zeit mit dem Leyser'schen und auf gleichem Prin-

cip construirten Instrumenten gearbeitet hat: ich meine die Mangelhaftigkeit der Einstellung des Objects, sowohl in Bezug auf die Richtigkeit der Höherbewegung, als auf die Feststellung des objecttragenden Schlittens. Mathematisch genau ansteigende, von Gestaltänderung durch Temperaturdifferenzen unabhängige Schliffflächen sind eben nicht herzustellen. Deshalb ist zur Objecthebung eine Mikrometerschraube unter allen Umständen zuverlässiger. Andererseits erschien gerade für den Zweck pathologisch-anatomischer, und überhaupt solcher Untersuchungen, zu denen man nicht die Zeit und Umstände aufwenden kann, die das Einbetten des Objects erfordert, die Klammerbefestigung und die im Schlitten gesicherte Messerführung so vortheilhaft, dass es geboten war, sie beizubehalten.

Von diesen Gesichtspunkten aus ist Zeiss's neues Mikrotom construirt. Dasselbe hat in den Phasen seiner Entstehung mehrfacher Prüfung unterlegen, am längsten der des Herrn Hofrath Müller, Directors des pathologisch-anatomischen Instituts der Universität Jena. Auch Ref. hat Gelegenheit gehabt, zu Einzelheiten der Construction Vorschläge zu machen, doch sei besonders hervorgehoben, dass wesentliche Aenderungen dadurch nicht bedingt wurden — das Verdienst der Construction gebührt allein der oben genannten, rühmlichst bekannten Firma.

Das Mikrotom erläutert sich leicht an der Hand der Abbildung. Auf breiter gusseiserner Fussplatte a, die auch mit Blei ausgegossen geliefert wird, ist die Messingwand b aufgeschraubt. Diese trägt rechts den gehobelten Schlitten c, auf welchem der Messerträger m 14 cm lang bewegt werden kann. Das Herabgleiten wird durch einen Schlitz d im Schlitten verhindert, in welchem eine, von unten in den Messerträger eingesetzte Kopfschraube sich bewegt. Die Befestigung des Messers geschieht durch die Zugschrauben e und e′, welche den Griff desselben zwischen die passend geschliffenen, übrigens ganz glatten Flächen zweier Messingplatten einklemmen. Dadurch, dass die obere Platte f sich um e wie in einem Charnier nach links drehen lässt, wird die Klemme so geöffnet, dass man das Messer bequem aus- und einlegen kann. Das Messer selbst ist mit Rücksicht darauf construirt, dass man es leicht beim Abziehen handhaben und erforderlichen Falls auch zu Schnitten aus freier Hand benutzen kann. Es ähnelt am meisten dem Messer von Fritsch. Zur Sagittalaxe des Objects lässt sich die Messerschneide in Winkeln von 62 bis 24° stellen. Da letzterer Winkel, besonders bei sehr zarten Objecten, noch nicht die

Druckwirkung der Schneide in wünschenswerthem Grade ausschliesst, so ziehe ich für mein Instrument ein Messer vor, dessen Schneide stumpfwinklig unter 150° vom Griff abgeht. Dieses lässt sich so spitzwinklig zum Object stellen, dass ich z. B. bei einem Probeobject von 7 mm Durchmesser (Hollundermarkstückchen) 5 cm der 7 cm langen Schneide des Messers hindurchziehen kann. Der erwähnte Winkel beträgt dann 10°. Die linke Seite der Wand b trägt die zwischen zwei Schienen laufende Platte g, an der die Objectklammer befestigt ist. Die Hochbewegung von g geschieht durch eine Mikrometerschraube mit getheilter Trommel h, derart, dass eine volle Drehung der Trommel die objecttragende Platte um 0,3 mm hebt. Theilung in 30 Grade regelt die Bewegung nach Hundertstel des Millimeters. Die Klammer i ist durch einen Zapfen in dem an g unbeweglich befestigten Block k drehbar, so dass die Schnittfläche des eingeklemmten Objects mehr oder weniger horizontal zur Messerschneide eingestellt werden kann. Die Druckschraube l fixirt die jeweilige Stellung. Starkes Herabdrehen der Klemme erlaubt die Entfernung des Objects, ohne dem Messer zu nahe zu kommen oder letzteres wegnehmen zu müssen. Auf Wunsch wird neben der Objectklemme auch eine Büchse beigegeben, um zarte Objecte eingiessen zu können.

Einen ganz wesentlichen Vortheil des Mikrotoms sehe ich in der Befestigung der Klammer. Bei vollkommen gesicherter Fixirung ist sie so weit abstehend, dass man eine Schale unter sie stellen und somit jeden überfliessenden Tropfen auffangen kann, ohne die anderen Theile des Instruments, die Umgebung, Hände etc. zu benetzen. Höchst wichtig für Jemand, der in seiner Behausung arbeitet. Ich bin durch diese Einrichtung im Stande gewesen, über hundert Schnitte in einer Sitzung unter fortlaufend geregeltem Tropfenfall zu machen, ohne dass ein einziger der auf die Objectfläche gelangenden Tropfen auch nur das Charnier der Klemme genässt hätte.

Nach eingehender Prüfung an den verschiedenartigsten, zu diesem Zweck ausgesuchten, gehärteten anatomischen Objecten kann ich nur aussprechen, dass das Zeiss'sche Mikrotom ausserordentlich brauchbar ist. Die Präcision der Einstellung, Messerführung, Objectfixirung lässt nichts zu wünschen übrig. In der Sitzung der jenaischen medicinisch-naturwissenschaftlichen Gesellschaft vom 19. December 1879 hatte ich Gelegenheit, das erste fertig gewordene Instrument zu demonstriren.

Die Chaetognathen.

Eine Monographie

von

Dr. Oscar Hertwig.

Hierzu Tafel IX—XIV.

Zu den morphologischen Aufgaben, welche noch einer weiteren Bearbeitung bedürfen, gehört die Frage nach der Genese der Leibeshöhle. Dieselbe ist in ein neues Stadium getreten, seitdem uns Kowalevsky in seiner Entwicklungsgeschichte der Sagitta gezeigt hat, dass die herrschende Lehre, nach welcher die Leibeshöhle als ein Spaltraum im mittleren Keimblatt entstehe, nicht überall zutrifft. Denn bei Sagitta entwickelt sich die Leibeshöhle durch einen eigenthümlichen Einfaltungsprocess des Darmdrüsenblattes, des Entoblasts, sie ist weiter nichts als ein abgeschnürtes Divertikel des Urdarms.

In den zehn Jahren, die seit dieser Entdeckung verflossen sind, hat die Lehre von der Spaltbildung mehr und mehr an Allgemeingültigkeit verloren. Wie die embryologischen Untersuchungen der neueren Zeit und namentlich wieder die ergebnissreichen Arbeiten Kowalevsky's gelehrt haben, stehen die Sagitten keineswegs isolirt da; ganz Aehnliches lässt sich noch in einigen anderen Thierabtheilungen, bei den Echinodermen, bei den Brachiopoden und beim Amphioxus lanceolatus beobachten.

Bei dem gegenwärtigen Stand unserer Kenntnisse müssen wir also zwei verschiedene Bildungsweisen der Leibeshöhle annehmen, 1. eine Entstehung durch Spaltung und 2. eine Entstehung durch Einfaltung oder mit anderen Worten, wir müssen mit Huxley zwischen einem Schizocoel und einem Enterocoel unterscheiden. Die hohe Bedeutung, welche diese Unterscheidung für das Verständniss der thierischen Organisation besitzt, ist bis jetzt noch nicht recht gewürdigt worden, dieselbe scheint mir aber vorzugsweise eine doppelte zu sein: Erstens ist es in systematischer Beziehung von Werth zu wissen, in welchen Abtheilungen des Thierreichs

lom durch Einfaltung, in welchen durch Spaltbildung ent-
enn je nachdem das eine oder andere stattfindet, werden
andtschaftlichen Verhältnisse der Thiere zu einander be-
verden müssen. Zweitens scheint mir die verschiedene
reise des Coeloms für den ganzen morphologischen Auf-
Organismus von tief eingreifender Bedeutung zu sein.
päter noch im Einzelnen nachzuweisen gedenke, wird je
Genese des Coeloms auch die Entwicklung des Meso-
des Mesoderms, der Körpermusculatur, der Geschlechts-
tionsorgane, eine verschiedene sein. Es wird daher das
der Coelombildung auch auf die Weiterentwicklung der
ieorie seinen Einfluss ausüben müssen.

se und ähnliche Erwägungen bildeten den Ausgangspunct
eine Untersuchung der Sagitten. Um durch eigene Beob-
ngen mit der Entstehung der Leibeshöhle durch Einfaltung
Entoblasts bekannt zu werden, schien mir das geeigneteste Object die Sagitta zu sein, an welcher Kowalevsky den Process zuerst mit aller Deutlichkeit verfolgt hat; auch wurde bei ihrer Wahl der Umstand mit maassgebend, dass sie unter den mit einem Coelom ausgestatteten Würmern bei dem Mangel des Blutgefässsystems und der wenig ausgeprägten Gliederung des Körpers unstreitig eine sehr tiefe Stufe einnimmt. Meine Aufgabe war zu zeigen, in welchem Verhältniss bei einem Thiere mit Enterocoel die einzelnen Organe und Gewebe zu den beiden primitiven Keimblättern stehen. Um diese Aufgabe zu lösen, konnte ich mich auf das Studium der Entwicklungsgeschichte nicht beschränken, sondern ich musste auch die Anatomie und Histologie des fertigen Thieres mit untersuchen, da eine genaue Kenntniss derselben auch auf die Entstehung der Theile Licht wirft.

Messina mit seiner reichen pelagischen Fauna, wo ich mich im Frühjahr 1879 aufhielt, war zur Erreichung dieses Zweckes ein sehr geeigneter Ort und bot mir trotz der im Allgemeinen sehr ungünstigen Witterung im Grossen und Ganzen ein reiches und constantes Beobachtungsmaterial dar. Während eines 8wöchentlichen Aufenthaltes hatte ich Gelegenheit, mit fünf verschiedenen Arten von Chaetognathen bekannt zu werden, von welchen vier sehr häufig waren, eine indessen nur in einigen wenigen Exemplaren im pelagischen Auftriebe aufgefunden wurde. Hierdurch bin ich veranlasst worden, auch der Systematik der Chaetognathen, welche noch nicht im Zusammenhang behandelt worden ist, einen besonderen Abschnitt zu widmen. Später erfuhr der systemati-

sche Theil noch eine Erweiterung dadurch, dass ich conservirtes Sagittenmaterial zur Untersuchung erhielt von den Herren Professoren E. Haeckel und K. Möbius, welchen ich für ihre freundliche Unterstützung meinen besten Dank sage.

Die Untersuchungen zur vorliegenden Arbeit wurden hauptsächlich in Messina im Frühjahr 1879 von mir angestellt. Hier dienten mir zum anatomisch-histologischen Studium vorzugsweise die Sagitta hexaptera (D'Orbigny) und die Sagitta bipunctata (Quoy und Gaimard). Erstere empfiehlt sich wegen ihrer beträchtlichen Grösse zur Anfertigung von Flächen- und Zerzupfungspräparaten, letztere ist dagegen, weil von geringer Grösse, mehr zur Anfertigung von Durchschnitten geeignet. Weniger eingehend wurden die anderen Arten (Spadella cephaloptera und Sp. draco) untersucht. Zur entwicklungsgeschichtlichen Beobachtung benutzte ich die kleinen Sagittenarten, an welchen auch Kowalevsky seine Entdeckungen gemacht hat. (Sagitta bipunctata, S. serrodentata.)

Beobachtungslücken, welche bei dem einmaligen und kurzen Aufenthalt am Meer nicht zu vermeiden waren, wurden an Material, das in verschiedener Weise conservirt war, noch in Jena, soweit es ging, nachträglich ausgefüllt.

I. Geschichte der Chaetognathen.

In der Mitte des vorigen Jahrhunderts beobachtete der Holländer Martin Slabber (46) im Meere einen wenige Linien grossen durchsichtigen Wurm, welchem er den recht passend gewählten Namen Sagitta oder Pfeilwurm gab. In einer kleinen Schrift: „Physicalische Belustigungen oder microscopische Wahrnehmungen in- und ausländischer Wasser und Landthierchen“ veröffentlichte er eine kurze Beschreibung und fügte derselben eine Abbildung bei, welche bei mehrfacher Vergrösserung die äussere Gestalt nur sehr ungenau wiedergibt, indem Greifhaken und Flossen fehlen. Von inneren Organen wurden allein die Eierstöcke gesehen. Mehr als 50 Jahre vergingen darauf, ohne dass die Entdeckung Slabbers von anderer Seite eine Bestätigung fand; erst im Jahre 1827 führten Quoy und Gaimard (43) unter einer grossen Anzahl neu aufgefundener Meerthiere auch eine 4—5 Lin. lange Sagitta bipunctata auf, welche sie in der Strasse von Gibraltar gefischt hatten; sie beschrieben an ihr zwei Paar seitliche Flossen und eine Schwanzflosse, die Eierstöcke und am Kopf „zwei Augenflecke und seitwärts zwei Dinge wie Palpen.“

Von jetzt ab wurden die Sagitten unter dem mächtigen Aufschwung, welchen in der Mitte dieses Jahrhunderts das Studium der Meerthiere nahm, von Jahr zu Jahr häufiger ein Gegenstand immer sorgfältigerer Untersuchung. D'Orbigny (41) unterschied in seinem grossen Werk: „Voyage dans l'Amérique méridionale“ 3 Arten von Sagitten, welche er in allen Meeren und namentlich zur Nachtzeit in grossen Mengen angetroffen hatte, und er benannte sie nach der Anzahl der Flossen Sagitta diptera, triptera und hexaptera. Forbes (12) beschrieb eine an den britischen Küsten vorkommende Art und Charles Darwin (9) untersuchte auf seiner Erdumseglung die Sagitta hexaptera.

Alle diese Arbeiten haben indessen unserer Kenntniss vom Bau der Sagitten nur geringfügige Einzelheiten hinzugefügt und mussten alsbald ganz in den Hintergrund zurücktreten hinter einer Monographie des verdienstvollen Krohn (27), welche im Jahre

1844 unter dem Titel „anatomisch-physiologische Beobachtungen über die Sagitta bipunctata“ veröffentlicht wurde. In dieser Schrift hat Krohn eine ganz vorzügliche und bis in's Einzelne äusserst sorgfältige Darstellung vom Bau der Sagitten gegeben. Nicht allein die leichter zu erkennenden Verhältnisse brachte er in's Klare, den Bau des Kopfes, der Flossen, des Darmkanals, der Geschlechtsorgane, der Muskulatur, sondern er drang auch mit Erfolg in die schwierige Anatomie des Nervensystems ein; er entdeckte das obere Schlund- und das Bauchganglion sowie 2 kleinere Ganglien zwischen den Kopfmuskeln und verfolgte die von ihnen ausstrahlenden Nervenstämme. Wenn wir von der Histologie absehen, so sind es nur wenig anatomische Verhältnisse, welche der Sorgfalt und dem Beobachtungstalent von Krohn entgangen sind, und gering ist die Anzahl der Punkte, in denen ihm Irrthümer nachgewiesen werden können.

Kurze Zeit nach dem Erscheinen von Krohn's Schrift haben uns Wilms und Busch vollständige und recht sorgfältige Sagittenanatomien geliefert. Unter der Leitung von Johannes Müller untersuchte Wilms (49) die Helgoländer Sagitta und beschrieb dieselbe in seiner 1846 veröffentlichten Dissertation: „Observationes de Sagitta mare germanicum circa insulam Helgoland incolente.“ Wenn Wilms auch wegen der Kleinheit seines Objectes in der Erkenntniss des Nervensystems hinter Krohn zurückgeblieben ist, so hat er auf der anderen Seite einige neue Verhältnisse aufgedeckt; er beobachtete zuerst einen neben dem Ovarium verlaufenden und von Krohn übersehenen Kanal, den Oviduct, und die über die Hautoberfläche hervorstehenden Borsten, welche er Aculei nannte.

Die Arbeit Busch's (5), die Frucht einer grösseren in den Jahren 1849 und 1850 angestellten Reise nach den Orkney Inseln und dem Mittelmeer, handelt über eine neue interessante Art, die Sagitta cephaloptera. An der Rückenseite des Kopfes entdeckte Busch ein flimmerndes Organ (Räderorgan), welches bei allen anderen Sagitten zwar auch vorhanden, aber bis in die neueste Zeit allgemein übersehen worden ist. Zugleich gab er Veranlassung zu einer Controverse über das Nervensystem der Sagitten, welche erst in der Neuzeit als endgültig abgeschlossen betrachtet werden kann und von verschiedenen Forschern geführt worden ist. Er glaubte nämlich irriger Weise die nervöse Natur des von Krohn entdeckten Bauchganglions in Abrede stellen zu müssen, weil es in der Epidermis lagere. Obwohl Krohn (28 und 29) mit

Modifikation eines einzigen Punktes seine früheren Angaben über das Nervensystem der Sagitten aufrecht erhielt (1853) und obwohl Souleyet (10 p. 652—654) und der englische Forscher Busk (6 p. 18 und 19) bestätigende Beobachtungen veröffentlichten (1856), rief trotzdem Meissner (37[a]) wieder neue Zweifel wach (1857). Nach ihm sollten die Sagitten Wirbelthiere sein und wie diese ein Hirn- und Rückenmark besitzen, welches über einer Chorda dorsalis gelegen sei. Indessen schon nach einem Jahre wurden die irrthümlichen Beobachtungen Meissner's durch Leuckart und Pagenstecher (34) in einer kleinen Abhandlung über die Sagitta germanica sowie durch Leuckart (32) allein in den von ihm verfassten Jahresberichten widerlegt und es wurde die Richtigkeit der Krohn'schen Angaben von Neuem bestätigt.

Aber auch hiermit war die Controverse noch nicht beendet. Noch im Jahre 1862 kam Keferstein (23) wiederum auf die Ansicht Busch's zurück, dass das Bauchganglion nur eine Verdickung der Epidermis, ein Bauchsattel, sei. Die jüngsten Arbeiten von Kowalevsky und Langerhans haben endlich in der viel discutirten Angelegenheit den Ausschlag gegeben. Kowalevsky (26) hat zum ersten Male die Ganglien histologisch genau untersucht und Langerhans (30) hat auf Grund sorgfältiger Untersuchung eine Gesammtdarstellung vom Nervensystem gegeben, durch welche die in vielen Einzelheiten bisher unbestätigt gebliebenen Untersuchungen Krohn's bewahrheitet und hie und da auch erweitert worden sind.

Wenn nach den grundlegenden Schriften von Krohn und Wilms auf dem Gebiete der Anatomie nur wenig Neues zu Tage zu fördern war, die Histologie aber im Ganzen unberücksichtigt blieb, so erfuhr dagegen die Sagittenliteratur wichtigere Bereicherungen durch systematische und vornehmlich durch entwickelungsgeschichtliche Untersuchungen.

Was die zunehmende Artenkenntniss anlangt, so wurde die von Busch entdeckte Sagitta cephaloptera von Claparède 1863 wieder aufgefunden und in seinem Werk über die „an der Küste von Normandie angestellten Beobachtungen (7)“ gut abgebildet. Ausserdem ist dieselbe Art noch von Pagenstecher (42) als Sagitta gallica und von Giard (16) als Sagitta Batziana kurz beschrieben worden. Eine Anzahl neuer Arten beobachtete Krohn (29) während eines Aufenthaltes in Messina und nannte sie Sagitta serrodentata, S. lyra und S. draco. Letztere ist eine besonders auffällige Form, welche manche Eigenthümlichkeiten an sich hat.

Ferner beschrieb Lewes (35) in seinen Naturstudien eine Sagitta Mariana, Kent (24) eine Sagitta tricuspidata, Ulianin (48) eine Sagitta pontica und neuerdings hat Möbius (38) bei der faunistischen Untersuchung der Nord- und Ostsee eine neue Art entdeckt und Sagitta hamata benannt.

Die Entwicklungsgeschichte der Sagitten hat Gegenbaur (14 und 15) zuerst mit Erfolg in Angriff genommen und die hierbei erzielten Resultate im Jahre 1856 in den Abhandlungen der naturforschenden Gesellschaft in Halle veröffentlicht. Zunächst berichtigte er daselbst ein Versehen von Charles Darwin (9), welcher 1844 in seinen „Observations on the structure and propagation of the genus Sagitta" pelagische Fischeier für Sagitteneier gehalten und Fischembryonen als Sagittenembryonen beschrieben hatte. Alsdann werden die Theilungsstadien, das Stadium der Blastula und der Gastrula in Wort und Bild von Gegenbaur gut dargestellt; dagegen sind ihm die späteren Vorgänge im Entwicklungsleben, Bildung des secundären Darms, des Mundes und der Leibeshöhle unklar geblieben, desgleichen die Art und Weise, wie sich die Gastrula aus der Blastula entwickelt.

Ueber alle diese Verhältnisse haben die entwicklungsgeschichtlichen Untersuchungen Kowalevsky's (26) vollen Aufschluss gegeben; sie haben gezeigt, dass die Gastrula durch Einstülpung gebildet wird, dass sich der Darm und die Leibeshöhle durch Einfaltung des Entoblasts der Gastrula anlegen, dass der Urmund sich schliesst, der bleibende Mund neu entsteht, dass die Muskulatur vom Entoblast abstammt. Wenige Jahre später hat die ausgezeichnete Arbeit Kowalevsky's eine Bestätigung und eine Ergänzung durch Bütschli (1) erfahren, welcher den Ursprung der Geschlechtsorgane bis zu dem Gastrulastadium zurück verfolgt hat. In jüngster Zeit sind endlich noch die vollkommen durchsichtigen Sagitteneier von Fol (11) und mir (18) auf die Vorgänge bei der Reife, Befruchtung und Theilung untersucht und sind hierbei die zwei leicht zu übersehenden Richtungskörper entdeckt worden.

Ueber die systematische Stellung der Sagitten oder Chaetognathen sind die Ansichten der Forscher von Anfang an weit auseinandergegangen. Während Slabber die Sagitta zu den Würmern rechnete, liessen Quoy und Gaimard es unentschieden, ob sie ein Zoophyt oder ein Mollusk sei. D'Orbigny erklärte sich für ihre Molluskennatur und ordnete sie den Heteropoden unter. Seinem Beispiel folgten Troschel (47), Siebold (45)

und Burmeister (4). Mit dem Erscheinen der Arbeit von Krohn trat indessen eine Wendung in der systematischen Beurtheilung der Sagitten ein, indem man immer mehr ihre Verwandtschaft mit den Mollusken aufgab und anstatt dessen bei den Würmern einen Anschluss suchte. Aber auch hier fielen die Ansichten der einzelnen Forscher noch sehr verschieden aus. Während Krohn die meiste Uebereinstimmung bei den Anneliden fand und die Sagitta ein den übrigen Genera derselben schroff gegenübergestelltes Genus bilden liess, plaidirte Oersted (40) für eine Verwandtschaft mit den Nematoden und sprach Huxley (21) die Meinung aus, dass die Sagitten in die Nähe der Tardigraden gehören. Endlich schufen Leuckart (32), Gegenbaur, Harting und Andere aus ihnen eine ganz selbständige Abtheilung der Würmer und liessen sie gleichsam eine Mittelstellung zwischen Anneliden und Nematoden einnehmen, eine Ansicht, welche seitdem sich wohl die meisten Anhänger erworben hat. Gegenbaur (13 1ste Aufl.) nannte die neugeschaffene Abtheilung die Oesthelminthes, Harting (17) die Pterhelminthes und Leuckart (32) die Chaetognathen. Zur Bezeichnung der Ordnung behalte ich diesen letzteren Namen bei, da ihm die Priorität zukommt und er sich in der Literatur allgemein eingebürgert hat.

Aber auch jetzt noch ist, wie Huxley (20 p. 599) in seiner Anatomie der wirbellosen Thiere bemerkt, „die richtige Stellung der Chaetognathen im System noch immer ein ungelöstes Problem". Claus bespricht in seinen Grundzügen der Zoologie die Sagitten wegen der nahen Verwandtschaft bei den Nematoden. Bütschli (2) erkennt solche nahe Beziehungen nicht an und erklärt die Sagitta für ein gegliedertes Thier, das sich den Anneliden nähere; auch hält er es nicht für unmöglich, dass „der nähere Anschluss an diejenigen Formen zu suchen sei, die eine ähnliche Umformung des Entoderms zeigen (Echinodermen, Tunicaten etc.)" und neuerdings (3) erblickt er in den Brachiopoden ihre nächsten Verwandten. Langerhans (30) greift die alte Ansicht von der Molluskennatur wieder auf. „Wegen des Nervensystems sollen sich die Sagitten weit von allen anderen Würmern entfernen und vielmehr zu bestimmten Molluskenformen in Beziehung zu bringen sein." Huxley (20 p. 599) endlich lässt verschiedene Möglichkeiten gelten, hält es aber für das Wahrscheinlichste, dass die Chaetognathen eine selbständige, mit den niederen Arthropoden verwandte Abtheilung sind.

II. Anatomie und Histologie der Chaetognathen.

Die Chaetognathen sind mehr oder minder cylindrische Körper, die sich nach hinten allmählich in eine Spitze verjüngen und nach vorn mit einem deutlich abgesetzten Kopf versehen sind. (Taf. IX Fig. 1—9.) Von anderen Würmern unterscheiden sie sich schon äusserlich durch den Besitz seitlicher flossenartiger Anhänge und durch die besondere Bewaffnung ihres Kopfes.

Durch die Flossen ($f.^1$ $f.^2$ $f.^3$) gewinnen sie eine gewisse Aehnlichkeit mit kleinen durchsichtigen Fischchen, daher denn auch in Messina, wie Krohn (27) angibt, die Sagitta hexaptera von den Fischern Spadella benannt wird. Die Anzahl der Flossen ist bei den einzelnen Arten eine verschiedene; für alle constant ist nur die unpaare Schwanzflosse (f^3), welche das zugespitzte hintere Körperende umsäumt und das wichtigste Locomotionsorgan vorstellt, mit dessen Hülfe sich die Sagitten schnell wie ein Pfeil durch das Wasser schnellen. Sie gleicht äusserlich der Schwanzflosse eines Fisches mit dem Unterschied, dass diese vertikal, jene horizontal ausgebreitet ist. Zu ihr gesellen sich in der Regel noch 1—2 Paar seitliche Flossen hinzu, die in den Seitenlinien entspringen und horizontal vom Körper abstehen.

Ein zweites leicht in die Augen fallendes Merkmal bietet die Bewaffnung des Kopfes dar, welche zum Namen Chaetognathen Veranlassung gegeben hat. Bei dem sonst so einfachen Thiere sind ziemlich complicirte Greifapparate entwickelt, welche sich nach ihrer verschiedenen Form, Lage und Function als Greifhaken und Stacheln unterscheiden lassen.

Die Stacheln (Taf. IX Fig. 16—19 z) sind klein, grad und kegelförmig, sie sind in zwei bis vier Reihen um die Mundöffnung angeordnet; gewöhnlich liegen zwei Reihen von 5—7 Stacheln dicht bei einander auf zwei kleinen Vorsprüngen am vorderen Rande des Kopfes, die zwei andern Reihen, welche 7—15 Stacheln etwa enthalten, schliessen sich durch einen kleinen Zwischenraum getrennt seitlich an sie an. In jeder Reihe sind die Stacheln in der Mitte am grössten, während sie nach den beiden

Enden zu, wo sie wahrscheinlich immer neu erzeugt werden, kleinere Dimensionen annehmen.

Die Greifhaken (Taf. IX Fig. 16, 17 v. Fig. 10 und 11), deren Zahl sich auf acht bis zehn beläuft, übertreffen an Grösse, da sie fast so lang als der Kopf sind, um ein Vielfaches die kleinen Stacheln. Sie lassen sich passend einer Sichel vergleichen, sind wie diese ihrer Länge nach, je nach den Arten, mehr oder minder gekrümmt und mit einem schneidenden concaven Rand und einer scharfen Spitze versehen. Sie entspringen in grosser Entfernung vom Mund ganz hinten am Kopf an der linken und rechten Seite desselben (Taf. X Fig. 2—3 und Fig. 7 v) und sind in einer schrägen Reihe — die grössten wieder in der Mitte — nebeneinander angeordnet. Wenn der Greifapparat sich in Ruhe befindet, so sind die zu einer Reihe gehörigen Greifhaken so zusammengelegt, dass sie sich mit ihren Seitenflächen berühren, mit ihrem concaven Rand sich der Seitenwand des Kopfes dicht anschmiegen und mit ihren spitzen Enden bis an die Mundöffnung heranreichen (Taf. IX Fig. 16). Das ändert sich aber, wenn das Thier gereizt wird oder sich anschickt seine Beute zu erfassen (Taf. IX Fig. 17). Dann werden sowohl die kleinen Stacheln am Eingang zur Mundhöhle nach aussen gekehrt, als auch werden die in der Ruhe zusammengelegten Greifhaken aufgerichtet und der Art auseinander gespreizt, dass sie mit ihren spitzen Enden divergiren und von der Seitenwand des Kopfes weit abstehen. In diesem Zustand sind sie allein vollständig zu übersehen und gut zu zählen.

Mit dem Greifapparat hängt noch eine besondere Einrichtung zusammen, welche gleichfalls nur dem Kopfe der Sagitten eigenthümlich ist und seit der grundlegenden Arbeit von Krohn als Kopfkappe (kk) bekannt ist. Dieselbe besteht aus zwei dünnen Hautfalten, aus einer rechten und einer linken, welche auf der dorsalen Seite des Kopfes beginnen und von hier auf die ventrale Seite übergreifen und daselbst in einander übergehen (Taf. IX Fig. 16 u. 17. Taf. X Fig. 1—3, 7 kk). Auf der dorsalen Seite entspringen die beiden Falten in geringer Entfernung von der Medianlinie und parallel zu ihr fast in ganzer Länge des Kopfes, dessen vorderes Drittel, in welchem das obere Schlundganglion (g^{1}) liegt, allein frei bleibt. Ihre Ausbreitung nach abwärts erfolgt entsprechend einer Linie, welche die Grenze von Kopf und Rumpf anzeigt. Die Hautfalten sind so gross, dass sie fast den ganzen Kopf einhüllen, ventral bis zur hinteren Grenze des Mundes her-

anreichen und jederseits die langen Greifhaken (v), wenn dieselben zusammengelegt sind, mit Ausnahme ihrer spitzen Enden vollständig bedecken. Die Kopfkappe muss sich den Bewegungen der Greifhaken anpassen. Während der Action derselben wird sie nach hinten zurückgestreift, um dann später, wenn der Greifapparat wieder ausser Function tritt, sich über ihn und den grössten Theil des Kopfes wie ein Vorhang herüber zu legen.

Bei der Characteristik des inneren Baues der Chaetognathen wollen wir von der Leibeshöhle (c) ausgehen, die einerseits bis in das Ende des Schwanzes hineinreicht, andererseits sich auch in den Kopf hinein fortsetzt. Sie wird bei den kurzen und gedrungenen Arten, wie z. B. bei der Spadella cephaloptera (Taf. IX Fig. 6) durch die inneren Organe fast vollständig ausgefüllt, bei anderen dagegen ist sie sehr geräumig, so namentlich bei der Sagitta hexaptera (Taf. IX Fig. 4). Wenn sie bei dieser eröffnet wird, so collabirt das Thier, die ursprünglich prall gespannten Wände fallen durch das Ausfliessen der im Inneren eingeschlossenen Flüssigkeit zusammen und werden faltig.

Die Leibeshöhle der Sagitten ist kein einheitlicher Raum, sondern wird durch zwei dünne quere Scheidewände (st) in drei gegen einander vollkommen abgeschlossene Theile zerlegt. Die erste Scheidewand findet sich an der Grenze von Kopf und Rumpf, die zweite an der Grenze von Rumpf und Schwanz. Mit Recht hat daher Bütschli (1) bemerkt, dass der Körper der Sagitten in drei Segmente abgetheilt ist. Dieselben wollen wir fortan als Kopf-, Rumpf- und Schwanzsegment, sowie die in ihnen enthaltenen Theile der Leibeshöhle als Kopf-, Rumpf- und Schwanzhöhle unterscheiden.

Durch den Kopf und Rumpf allein verläuft der gerade gestreckte Darmkanal. Er beginnt mit einer schmalen Mundöffnung (o), einem Längsspalt, der etwa halb so lang als der Kopf ist und die untere Fläche desselben vom vorderen Rande beginnend einnimmt (Taf. IX Fig. 16 u. 17 o). In seinem ganzen Verlauf ist er von links nach rechts etwas zusammengedrückt, so dass sein Querschnitt oval oder gar bandförmig ausfällt (Taf. X, Fig. 2 u. 3). Im Kopfsegment ist er sowohl dorsal als ventral mit den Wandungen der Kopfhöhle unmittelbar verbunden, so dass diese durch ihn vollständig in eine linke und rechte Hälfte geschieden wird. Im Rumpfsegment verläuft der Darmkanal in gerader Richtung bis an die zweite Querscheidewand und mündet dicht vor derselben an der ventralen Fläche durch den After aus. Er

halbirt die Rumpfhöhle ähnlich wie die Kopfhöhle in zwei seitlich neben einander gelegene Räume. Bei den kleineren Arten nämlich wie der Spadella cephaloptera (Taf. X, Fig. 6) und Sagitta serrodentata (Taf. X, Fig. 9) befestigt er sich unmittelbar an der ventralen und dorsalen Mittellinie des Rumpfes längs eines schmalen Streifens, bei anderen Arten dagegen, wo er viel kleiner als das geräumige Leibesrohr ist, heftet er sich vermittelst eines besondern dünnen, oberen und unteren Mesenterium an die Rumpfwandungen in der Mittellinie des Rückens und Bauches an.

Obwohl in dem Schwanzsegment das Nahrungsrohr fehlt, ist trotzdem auch hier eine Längsscheidewand, ein Schwanzseptum, vorhanden, welches den Binnenraum in eine linke und rechte Höhle scheidet (Taf. IX, Fig. 3, 4, 6 sl. Taf. X, Fig. 4 sl.). Dasselbe liegt in der unmittelbaren Verlängerung des Darms und seiner Mesenterien und setzt so gewissermaassen diese Theile direct nach rückwärts fort.

Von inneren Organen sind bei den Chaetognathen allein noch die Geschlechtsdrüsen zu erwähnen, da Nieren, Herz und Blutgefässe fehlen. Jedes Individuum ist mit zwei Eierstöcken (e) und mit zwei Hoden (ho) versehen (Taf. IX, Fig. 3, 4 u. 6). Die Eierstöcke füllen die Rumpfhöhlen mehr oder minder aus; die Hoden dagegen haben sich in den Wandungen der Schwanzhöhlen entwickelt. Bei den zwittrigen Sagitten ist daher das eine Segment weiblich, das andere männlich.

Nach dieser kurzen Uebersicht über den allgemeinen Bauplan der Chaetognathen gehen wir zur genaueren histologischen Beschreibung der einzelnen Organsysteme über und wollen wir dieselben in folgender Reihenfolge besprechen:

1. Das Integument.
2. Die Sinnesorgane.
3. Das Nervensystem.
4. Die Muskulatur.
5. Der Darmkanal.
6. Die Geschlechtsorgane.

1. Das Integument.

Die Körperoberfläche der Chaetognathen wird von einem mehrschichtigen Pflasterepithel (Taf. X, Fig. 6, 11, 12 ep) überzogen, welches von der Längsmuskulatur (mv u. md) nur durch eine dünne Stützlamelle geschieden wird. Letztere (s) ist bei manchen

Arten, der Sagitta bipunctata, S. serrodentata, Spadella cephaloptera etc. so fein, dass sie selbst an Querschnitten kaum nachzuweisen ist (Taf. X, Fig. 6 u. 10); bei der Sagitta hexaptera (D'Orbigny) dagegen ist sie besser entwickelt und auf Schnitten als eine deutlich doppelt contourirte homogene Scheidewand zwischen Muskulatur und Epithel zu erkennen (Taf. X, Fig. 11 s).

Die Epithelzellen, bei deren Beschreibung wir uns an die Sagitta hexaptera halten (Taf. XI, Fig. 7, 8, 11), sind von ansehnlicher Grösse im Vergleich zu den übrigen histologischen Elementen, die sich durch ausserordentliche Feinheit auszeichnen; es sind polygonale Körper, die eine Umbildung des Protoplasma erfahren haben und in Folge dessen aus einer festen homogenen durchscheinenden Substanz bestehen, in deren Mitte der grosse ovale Kern liegt. Die Zellen hängen unter einander sehr fest zusammen und lassen sich schwer isoliren, während es an macerirten Präparaten leicht gelingt, die Epidermis in grossen Stücken von der Muskulatur unverletzt abzuziehen. Der feste Zusammenhang wird durch kleine Höcker und Stacheln bedingt, welche sich überall von der Zellen-Oberfläche erheben, sich in entsprechende Lücken der Nachbarzellen hineinschieben und wie die Zähne zweier Zahnräder an einer Maschine in einander greifen. Auf diese Weise entsteht in der Hautdecke eine eigenthümliche Zeichnung, auf welche auch Krohn in seiner Schrift (27 p. 5) aufmerksam gemacht hat, ohne jedoch über ihre Natur in's Klare gekommen zu sein. „Bei stärkern Vergrösserungen", bemerkt er, „sieht es aus, als würde die Zeichnung durch eine Menge Felder hervorgebracht, deren Umkreis durch vielfältige Einschnitte wie gezackt erschien. Die zahlreichen Zacken jedes Feldes greifen genau in die Einschnitte der Nachbarfelder ein, so dass nirgends Lücken bleiben." Auf Contouren von Zellen hat damals Krohn die gezackten Linien noch nicht bezogen.

Wenn wir von der Ausbildung besonderer Sinnes- und Drüsenepithelien absehen, so zeigen uns bei den Chaetognathen die Epidermiszellen überall die gleiche Beschaffenheit von der Stützlamelle bis zur freien Oberfläche; eine besondere in der Tiefe gelegene und zum Ersatz abgestossener Elemente dienende Matrixschicht ist nicht vorhanden. Nur die Dicke der Epidermis ändert sich nach den einzelnen Regionen des Körpers, wie sie denn auch bei den einzelnen Sagittenarten eine verschiedene ist. Am dicksten ist in der Regel die Epidermis unmittelbar hinter dem Kopf in der Halsgegend, wo sie 5 und mehr Lagen von hellen Zellen er-

kennen lässt, dagegen verdünnt sie sich stark auf den Flossen und wird nach dem freien Rand derselben einschichtig. Dabei flachen sich die Epithelzellen selbst zu dünnen Plättchen ab, deren Contouren man weder im frischen Zustand noch auch an abgetödteten Thieren wahrnimmt. Die Contouren werden indessen sehr deutlich, wenn man die Flossen in destillirtem Wasser abspült und mit Argentum nitricum behandelt. Alsdann entsteht auf der Oberfläche der Flossen ein Mosaik grosser polygonaler Felder, deren jedes in seiner Mitte den ovalen Kern einschliesst.

Unter den von mir untersuchten Arten erreicht die Epidermis die grösste Dicke bei der Spadella draco (Taf. IX, Fig. 3), und nimmt hierbei zugleich eine abweichende und sehr eigenthümliche Beschaffenheit ihrer Zellen an. Wie schon Krohn (29 p. 273, 274) bemerkt hat, wird der kurze und dicke Leib des Thieres ungefähr bis zum Schwanzsegment von einer äusserst mächtigen, aus grossen dickwandigen Zellen gebildeten Schicht bekleidet, durch welche der Körperdurchmesser fast doppelt so gross wird, als er ohnedem sein würde. Die Schicht sieht einem Pflanzengewebe täuschend ähnlich (Taf. XII, Fig. 10) und besteht aus grossen polygonalen derbwandigen Zellen mit einem weicheren ganz durchsichtigen Inhalt. Die dicken an einander grenzenden Membranen werden durch eine deutlich sichtbare glatte Linie von einander getrennt. Nur überall da, wo drei Zellen zusammentreffen, weichen die Membranen, ganz so wie es bei Pflanzengeweben geschieht, auseinander und lassen zwischen sich kleine von 3 Flächen begrenzte Intercellularräume (i) frei. Die Kerne liegen von etwas Protoplasma umgeben fast ausnahmslos der Innenfläche der Membranen an. Bei ihrer bedeutenden Grösse fallen die Zellen schon bei schwächeren Vergrösserungen dem Beobachter auf (Taf. IX, Fig. 3) und verleihen der dicken Epidermis ein kleinblasiges Aussehen.

Der allgemeine Habitus der Oberhaut erfährt bei den Sagitten stellenweise Veränderungen dadurch, dass sich im Ektoderm besondere Organe entwickelt haben, deren Beschreibung sich hier am besten anschliesst; wir werden daher jetzt noch zu handeln haben: 1. von dem feineren Bau der Stützplatten, der Stacheln und Greifhaken des Kopfes, 2. von der histologischen Structur der Flossen und 3. von den Drüsenzellen der Spadella cephaloptera. Das wird uns dann weiter überführen zu der Besprechung der Sinnesorgane und des Nervensystems.

Die Stützplatten, Stacheln und Greifhaken des Kopfes.

Bei allen Sagitten sind am Kopf 3 Paar Schienen oder Platten vorhanden, das eine Paar (Taf. X Fig. 1 x^1) liegt vorn auf der dorsalen Fläche des Kopfes unmittelbar über der Gruppe der seitlichen Stacheln (z), welche hierdurch einen Stützpunkt gewinnen. Ein zweites Paar grösserer und etwas gewölbter Platten (Taf. X Fig. 2, 3, 7 x^2) findet sich dorsal am Hinterkopf über den Greifhaken (v). Ihnen vis à vis, ventral und etwas nach vorne lagert das dritte ähnlich geformte Paar (Taf. X Fig. 2, 3, 7 x^3). Nach ihrer verschiedenen Lage und Form wollen wir die zuerst beschriebenen Theile (x^1) als die vorderen Kopfschienen, die an zweiter (x^2) und dritter (x^3) Stelle genannten Theile dagegen als dorsale und ventrale Kopfplatten bezeichnen. Zwischen den einander zugewandten Rändern der letzteren entspringen die Greifhaken (v) von einem schmalen Hautstreifen, der in schräger Richtung von oben nach unten verläuft (Taf. X Fig. 2, 3, x^2 u. x^3). Die Schienen und Platten treten am Kopf nicht frei zu Tage, da sie von der früher erwähnten Kappe (kk) bedeckt werden; sie bestehen aus einer structurlosen, durchscheinenden homogenen Substanz, welche beim Durchschneiden dem Messer nicht unerheblichen Widerstand entgegen setzt, und sind entstanden als cuticulare Ausscheidungen der Epidermiszellen, welche unter ihnen auf eine einzige Schicht reducirt sind. In der Mitte der Platten (Taf. X Fig. 3 x^2 u. x^3) sind ihre Matrixzellen ganz abgeflacht und nur an den Kernen noch zu erkennen, nach dem verdünnten Rand zu werden sie dagegen höher und gehen allmählich in dünne Cylinderzellen über, welche das Flächenwachsthum der cuticularen Bildung bewirken. Die functionelle Bedeutung der Platten ist eine doppelte. Nicht allein geben sie einen Stützpunkt für die Greifapparate des Kopfes ab, sondern sie dienen zugleich auch zahlreichen Muskelfasern zum Ansatz.

Aus derselben Substanz wie die Schienen und Platten werden auch die Stacheln und Greifhaken gebildet, welche wie die Hornzähnchen der Batrachier gleichfalls cuticulare Producte der Epidermis sind. An ihrer Basis enthalten die Stacheln (Taf. IX Fig. 19) eine kleine Höhlung, die gewöhnlich von mehreren Matrixzellen ausgefüllt wird. Auch die Greifhaken sind an der stark verbreiterten Wurzel etwas ausgehöhlt (Taf. X Fig. 7 v) und sitzen mit derselben einer Schicht schmaler cylindrischer Zellen, ihrer Matrix, auf.

Literatur. Die so leicht wahrnehmbaren Greifhaken der Chaetognathen wurden von Slabber (46.), dem ersten Beobachter der Sagitta, übersehen und auch von Quoy und Gaimard (43) nur ungenau beschrieben und abgebildet als zwei Palpen, welche gestreift sind und den Mund umgeben. Erst D'Orbigny nimmt in die Charakteristik der Sagitten die Bewaffnung des Kopfes mit grossen langen Zähnen auf (41. p. 140). Die kleinen Stacheln am Eingang der Mundöffnung sind von Darwin (9. p. 2) bei Anwendung starker Linsen entdeckt worden. Von allen Theilen zuletzt wurden die Stützplatten der Greifhaken von Souleyet (10. p. 648) bemerkt. Durch die eigenthümliche Bewaffnung des Kopfes mit Greifhaken wurde Leuckart (32) veranlasst den Namen Chaetognathen zu bilden.

Die Flossen.

Die Flossen, über deren Zahl und Form im systematischen Theil bei den einzelnen Arten das Nähere nachzulesen ist (Taf. IX Fig. 1—9 f^1, f^2, f^3) bestehen aus einer gallertigen Stützsubstanz, aus homogenen Fäden und aus dem Epidermisüberzug. Die Gallerte (w) welche durchaus structurlos und frei von Zellen ist, (Taf. X Fig. 4, 8, 13, 16) bedingt die Dicke der Flossen an ihrem Ursprung; sie erscheint auf dem Durchschnitt (Taf. X Fig. 4) wie ein Keil, der mit seiner Basis in der Seitenlinie des Rumpfes befestigt die ventralen und dorsalen Muskelfelder (md u. mv) von einander trennt und daher direct an das Epithel der Leibeshöhle anstösst. Der zugeschärfte Rand des Keils reicht etwa nur bis in die Mitte der Flosse hinein. Der platten Oberfläche der Gallerte liegen beiderseits die homogenen Fäden auf, die dicht aneinander gereiht sind und an der Rumpfwand breit entspringend sich allmählich in eine feine Spitze verjüngen (Taf. IX Fig. 3, 4, 6; Taf. XIII Fig. 14 fs). Ihre der Gallerte zugekehrte Fläche ist abgeplattet, die entgegengesetzte gewölbt, so dass ihr Querschnitt die Form eines Halbkreises besitzt (Taf. X Fig. 13 fs). Sie werden von einer festen und structurlosen Substanz gebildet, für welche bei der erwachsenen Sagitta keine besonderen Bildungszellen nachzuweisen waren. Dagegen sah ich solche bei eben ausgeschlüpften Thieren (Taf. IX Fig. 5) bei welchen schon sehr zarte Flossen vorhanden sind. Den feinen Fäden waren hier ab und zu Epithelzellen angeschmiegt, welche man wohl für ihre Bildnerinnen halten muss (Taf. XIII Fig. 14 fs). Nach Aussen werden die Flossenfäden von der Epidermis überzogen, die gewöhnlich auf eine einfache Schicht

dünner abgeplatteter Zellen reducirt ist, hie und da aber auch noch vereinzelte später zu beschreibende Tastorgane enthält (Taf. IX Fig. 3, 4, 6 t).

Literatur. Die Flossen der Sagitten, welche dem Holländer Slabber entgangen waren, wurden von Quoy und Gaimard bemerkt und von D'Obigny (41) zur Unterscheidung der Arten verwerthet (S. triptera, diptera, hexaptera). Der Flossenfäden gedenken Darwin (9. p. 2) und Krohn (27. p. 6). Die Stützgallerte blieb seither unbemerkt.

Die Drüsenzellen.

Die Gebilde, welche ich als Drüsenzellen bezeichne, finden sich bei den von mir untersuchten Chaetognathen allein bei der Spadella cephaloptera (Taf. IX Fig. 6), an welcher sie auch Busch (5. p. 94) gesehen hat. Er beschreibt sie als blattförmige Organe, von denen meistens mehrere, gewöhnlich drei bis fünf, um einen Mittelpunkt in Rosettenform geordnet sind, und er vermuthet, dass sich das Thierchen mit ihnen an andere Gegenstände anheften kann.

Wenn man eine Spadella cephaloptera im lebenden Zustande untersucht, so wird man bei stärkeren Vergrösserungen zwischen der Rücken- und der Bauchfläche einen wesentlichen Unterschied in der Beschaffenheit der Haut wahrnehmen (Taf. X Fig. 6). Während die Haut des Rückens wie bei anderen Arten ganz glatt ist, erscheint sie am Bauche warzig. Die Warzen oder die „blattförmigen Organe“ sind am grössten und am dichtesten zusammengedrängt an dem Schwanz des Thieres (Taf. X Fig. 12 u. 14 k), dagegen werden sie am Rumpf, je mehr man sich dem Kopf nähert, um so kleiner und sind durch breitere Zwischenräume von einander getrennt. Ihre Oberfläche ist wieder mit kleinen Höckerchen bedeckt. Wie am deutlichsten feine Querschnitte lehren, bestehen die grösseren und kleineren warzenförmigen Gebilde theils aus cubischen, theils aus längeren cylindrischen in einer einfachen Schicht neben einander angeordneten Drüsenzellen, von welchen die letzteren die Mitte, die ersteren den Rand einnehmen (Taf. X Fig. 12 k). Ihr freies Ende ist verdickt und bildet ein Köpfchen, welches, da die Zellen von verschiedener Höhe sind, hier und da vorspringt und das feinhöckrige Aussehen der Warzen bei der Flächenansicht (Fig. 14) hervorruft. Das Köpfchen ist von einer glänzenden Substanz überzogen, die in Körnchen und Stäbchen ausgeschieden ist und an einen ähnlichen Ueberzug der von Chun[1])

[1]) Carl Chun, Die Greifzellen der Rippenquallen. Zoologischer Anzeiger 1878, p. 50—52.

entdeckten Klebzellen der Ctenophoren erinnert. An ihrer Basis verbreitern sich die Zellen gewöhnlich etwas und haften mit ihr an dem gewöhnlichen mehrschichtigen Pflasterepithel (ep), welches bei der Spadella cephaloptera ebenso wie bei anderen Arten die Grundlage der Epidermis ausmacht und sich scharf mit einer glatten Linie von den Hautwarzen absetzt. In ihrer Mitte bergen sie einen ovalen Kern und im Umkreis desselben häufig braune Pigmentkörnchen, welche eine leicht braune Färbung der Bauchseite bedingen. Manchmal scheint das Pigment stärker entwickelt zu sein. Wenigstens erwähnt Busch, dass manche der von ihm beobachteten Individuen mit zahlreichen sehr lebhaft roth und gelb gefärbten Pigmentpuncten ausgestattet waren und dadurch wie Forellen gesprenkelt aussahen.

Die Drüsenzellen der Spadella cephaloptera kommen übrigens nicht nur zu grösseren und kleineren Gruppen vereint vor, sondern sitzen auch ganz vereinzelt der Epidermisoberfläche auf namentlich im vorderen Bereiche des Körpers, wo die Warzen kleiner und seltener werden (Taf. X Fig. 6 k), sowie an der ventralen Seite der Flossen (Taf. X Fig. 15).

Bei der Deutung, dass die cubischen und cylindrischen Zellen drüsige Organe seien, ist weniger der anatomische Befund als vielmehr die Lebensweise der Spadella cephaloptera maassgebend gewesen. Die kleine so abweichend beschaffene Art zeichnet sich nämlich vor anderen Sagitten durch die Fähigkeit aus, sich an andere Gegenstände anheften zu können. Wenn man eine Anzahl Individuen in einem Glasgefäss isolirt hat, so sieht man dieselben sich meistens an die Wandungen festsetzen und zwar, wie Busch (5. p. 94) zutreffend bemerkt, in der Weise, dass „ihre ventrale hintere Körperhälfte bis zum After dem Gegenstand fest anliegt, während die vordere, in einem stumpfen Winkel von dieser abgebogen, frei in das Wasser hineinragt. In dieser Stellung kann das Thier sich so ausserordentlich festhalten, dass man mit einer Staarnadel den vorderen freien Theil des Körpers hin- und herbewegen kann, während der hintere unbeweglich bleibt. Zuweilen macht es selbst einige Mühe, ein Thierchen, welches sich so anklammert, loszureissen.“ Da somit die Beobachtung der lebenden Spadella lehrt, dass die Fähigkeit sich anzuheften nur der Körperfläche zukommt, an welcher die Warzen und Cylinderzellen entwickelt sind, so liegt es nahe auch in diesen die Organe zum Ankleben zu erblicken. Wir werden dann annehmen müssen, dass

von den vorspringenden Köpfchen der Cylinderzellen ein klebriger Stoff — die körnige glänzende Substanz — secernirt wird.

Die Erscheinung, dass unter allen bekannten Arten nur die Spadella cephaloptera mit Klebzellen versehen ist, hängt mit der besonderen Lebensweise unseres Thieres zusammen. Während nämlich alle anderen Chaetognathen pelagische Geschöpfe sind, gehört diese der Strandfauna an und wird am häufigsten zwischen Tangen und Algen aufgefunden. Da muss es ihr denn offenbar sehr zu statten kommen, eine Vorrichtung zu besitzen, vermöge deren sie sich an Pflanzen und Steinen eine Zeit lang festhalten kann.

2. Die Sinnesorgane.

Bei den Chaetognathen lassen sich wenigstens drei verschiedene Arten von Sinnesorganen unterscheiden, welche sehr einfach gebaut sind und ihrem Mutterboden, dem Ektoderm, dauernd angehören. Da ihre Zellen von ausserordentlicher Kleinheit sind, können sie nicht ordentlich isolirt werden und sind daher für histologische Studien wenig geeignet. Dies gilt sowohl von den zahlreichen Tastorganen als auch von den beiden Augen und von dem unpaaren Geruchsorgan.

Die Tastorgane.

Bei den Chaetognathen erheben sich über die Hautoberfläche zahlreiche kleine Hügelchen, welche auf ihrem Kamm mit langen steifen Tastborsten versehen sind. Sie sind gewöhnlich in ziemlich regelmässiger Weise der Quere und Länge nach angeordnet, so dass Querringe und Längsstreifen entstehen. Bei einer kleinen Sagitta hat Langerhans (30) ihre Anzahl auf 240 bestimmt, indem die Organe zu je 6 in 40 Ringen um den Körper angeordnet waren. Bei der grossen Sagitta hexaptera ist ihre Anordnung unregelmässiger, ihre Menge noch viel bedeutender, da man schon auf einem kleinen Hautstückchen mehrere Längsreihen dicht aufeinander folgender Hügel antrifft (Taf. XII Fig 23 t). An keiner Stelle des Körpers weder am Bauch noch am Rücken noch an den Seiten des Thieres werden sie vermisst; sogar an den Seiten- und Schwanz-Flossen finden sie sich noch in geringer Entfernung von dem membranartig verdünnten Saum (Taf. IX Fig. 3, 4, 6, f^2 u. f^3, t). Die Hügelchen variiren in ihrer Grösse und Form an ein und demselben Thiere; bald sind sie rund, bald mehr oval und in letzterem Falle in der Regel so gestellt, dass ihr längerer

Durchmesser mit der Queraxe des Thieres zusammenfällt (Taf. XII Fig. 23).

Die Tastorgane setzen sich aus äusserst feinen in einer Schicht neben einander angeordneten fadenförmigen Zellen zusammen, welche mit ihrer Basis dem früher beschriebenen geschichteten Pflasterepithel, ähnlich wie die Klebzellen der Spadella cephaloptera, aufsitzen und zu den grossen Epidermiselementen (ep) in einem auffallenden Contraste stehen (Taf. XII Fig. 2 u. 5 t). Auch ist die Grenze der beiden Zellenarten gegeneinander, wie der Querschnitt lehrt (Taf. X Fig. 11 t), eine sehr scharfe, und nicht minder sticht bei der Flächenbetrachtung (Taf. XI Fig 4 t) das zierliche Zellenmosaik der Tasthügel gegen die im Verhältniss zu ihm grobe Felderung der gewöhnlichen Epidermis in hohem Maasse ab.

Von jedem Sinnesorgan entspringen zwanzig und mehr lange steife Borsten (Taf. XII Fig. 5 b), aber nicht überall von der Oberfläche des Hügels, sondern in regelmässiger Anordnung der Art, dass sie dicht zusammengedrängt eine Querreihe bilden, welche in der Regel mit der Queraxe der Sagitta zusammenfällt. An kleinen lebenden Individuen sind die Tastborsten leicht zu beobachten, man sieht sie senkrecht von der Körperoberfläche weit abstehen und bei den leisesten Bewegungen des Thieres beständig erzittern. Gewöhnlich hat es den Anschein als ob von jedem Hügel nur eine stärkere Borste ausginge (Taf. IX Fig. 5, Taf. XII Fig. 2 b). Derartige Bilder erklären sich aber allein daraus, dass man leicht die in der Querreihe übereinander liegenden und sich deckenden Haare für ein einziges hält.

In dem Epithel des Tasthügels werden wir wohl allein die zu den Borsten gehörigen Zellen als Sinneszellen zu betrachten haben, zumal sich dieselben an in Osmiumsäure erhärteten und gefärbten Präparaten etwas von den umgebenden kleinen Zellen unterscheiden. Von letzteren nehme ich mit Langerhans an, dass es zum grossen Theil indifferente Elemente sind. Der Nachweis, dass die Tastzellen durch Fibrillen mit dem später zu beschreibenden, in der Haut überall verbreiteten Nervennetz zusammenhängen, wollte mir auch an guten Macerationspräparaten nicht gelingen und suche ich den Grund für das Misslingen in der ausserordentlichen Zartheit der beschriebenen Theile.

Zu einigen besonderen Bemerkungen geben die Spadella cephaloptera und Spadella draco Veranlassung. Bei ihnen (Taf. IX Fig. 3 u. 6) sind die Tastorgane weniger zahlreich als bei den anderen Chaetognathen und prominiren weniger über die Körperoberfläche, indem der aus Pflasterzellen bestehende Theil der Epidermis sie in

flache Grübchen aufnimmt (Taf. XII Fig. 1 t, Taf. X Fig. 6 t). Ferner fehlen bei der Spadella cephaloptera die Tastorgane auf dem Theil der Bauchseite, welcher sich an andere Gegenstände anheften kann und mit den Klebzellen bedeckt ist. Bei der Spadella draco endlich sind zwei Organe in einer ganz aussergewöhnlichen Weise entwickelt, so dass sie für die Diagnose ein vortreffliches Merkmal abgeben (Taf. IX Fig. 3 t^1). Krohn, welcher die genannte Art (29. p. 274) bis jetzt allein beobachtet hat, giebt auch eine kurze Beschreibung dieser Organe, welche er als etwas von den Tasthügeln Verschiedenes betrachtet. „Auffallend bei der S. draco, heisst es bei ihm, sind zwei seitlich einander gegenüber gestellte, auf besonderen Vorsprüngen sitzende Büschel zahlreicher, sehr langer, frei flottirender Fäden, welche man auf der Zellenschicht in der vorderen Leibeshälfte wahrnimmt. Diese Fäden sind von weicher Consistenz, bandartig platt und zeigen sich bei starker Vergrösserung aus feinen, dicht neben einander verlaufenden Längsfibrillen zusammengesetzt.“

In dieser Schilderung vergleiche ich das, was Krohn Längsfibrillen nennt, den gewöhnlichen Tastborsten; sie sind etwa von derselben Stärke wie diese, nur um ein Vielfaches länger und in Folge dessen etwas gebogen; auch ihre Anzahl auf jedem einzelnen Organe ist eine viel grössere. Bündelweise unter einander vereint, stehen sie von der Körperoberfläche weit ab und sind schon bei Lupenvergrösserung an der linken und rechten Seite des Thieres als eine bräunliche Hervorragung wahrzunehmen. Oft fehlen sie auf einer Seite, was sich wohl auf Verletzungen beim Einfangen zurückführen lässt. Die langen Borsten entspringen wieder von dünnen cylindrischen Zellen, die in einfacher Schicht eine muldenförmige Vertiefung der grosszelligen Epidermis links und rechts am Bauchknoten auskleiden. Alles in Allem genommen finde ich zwischen den zwei Bildungen, welche der Spadella draco ein etwas auffälliges Aussehen verleihen, und den gewöhnlichen Tastorganen, von ihrer verschiedenen Grösse abgesehen, keinen wesentlichen Unterschied und glaube ich daher denselben auch die gleiche Function zuschreiben zu dürfen.

Literatur. Beobachtet wurden die Tasthügel zuerst von Krohn (27. p. 5), welcher an Spiritusexemplaren der Sagitta hexaptera in der Haut viele weiss getrübte scharf umschriebene Flecken erkannte und sie für Schleimdrüschen glaubte deuten zu müssen. Später sah Wilms (49. p. 11) bei der Sagitta bipunctata im lebenden Zustand die von der Epidermis abstehenden Tast-

haare und betrachtete jedes einzelne von einem Hügel entspringende Büschel als einen Stachel, der von einer grösseren Summe von Fibrillen zusammengesetzt wird (Aculei ex majore numero fibrillarum compositi). In ähnlicher Weise beschrieb alsdann Busch (5. p. 94) die Tastorgane bei der Spadella cephaloptera. Krohn (29. p. 267) seinen früheren Irrthum berichtigend beobachtete sie bei zahlreichen Arten und bemerkte, dass es weder Stacheln noch Borsten, sondern Fäden sind, die in einer Querreihe auf rundlichen Vorsprüngen angeordnet sind; er hielt sie für Fortsätze der Epidermis, weil sie leicht abgestreift werden können, worin ihm Busk (6. p. 17) beistimmte. Auch Keferstein (23. p. 130) lässt die Borsten sich direct von den grossen gewöhnlichen Epidermiszellen erheben und Auswüchse ihrer Membran sein. Die feinzellige Structur des Tasthügels ist erst ganz neuerdings von Langerhans (30. p. 193) erkannt worden, der in einer kurzen Mittheilung Querreihen von Sinnesszellen umgeben von indifferentem kleinzelligem Epithel beschreibt. Ueber die funktionelle Bedeutung der Borsten haben sich frühere Beobachter nicht geäussert und ist es wohl Gegenbaur (13. 2. Aufl. p. 203) zuerst gewesen, der in seiner vergleichenden Anatomie dieselben zu den Tastorganen gestellt hat.

Die Augen.

Auf der oberen Fläche des Kopfes liegen bei allen Chaetognathen in einiger Entfernung von der Sagittalebene die Augen, zwei schwärzliche Punkte von solcher Kleinheit, dass sie mit unbewaffnetem Auge an der abpräparirten durchsichtigen Kopfhaut eben noch aufgefunden werden können (Taf. IX, Fig. 1—9 au). Bei starken Vergrösserungen untersucht, erscheint jedes Auge als eine aus kleinen Zellen bestehende Kugel, welche ringsum in die gewöhnliche durchsichtige Epidermis eingeschlossen ist und sich scharf von ihr absetzt (Taf. XII, Fig. 8). Ein kleiner Theil der Kugeloberfläche (pi), welcher nach Aussen sieht, ist schwärzlich pigmentirt und schliesst einen durchsichtigen linsenförmigen Körper (l) ein; Pigment und heller Körper werden beide umgeben von einem Kranz zahlreicher Stäbchen (a), die durch ihr grosses Lichtbrechungsvermögen auffallen. Die Stäbchen besitzen, wie Durchschnitte noch deutlicher erkennen lassen, eine characteristische Gestalt (Taf. XII, Fig. 9a, Fig. 6 u. 7a). Ihr eines Ende, welches an Pigment und Linse anstösst und als ihr peripheres Ende bezeichnet werden soll, ist dünn und quer abgestutzt; nach der Basis verdicken sie sich etwas, um dann rasch sich in eine Spitze

zu verjüngen, an welche sich der zum Stäbchen gehörige Zellkörper ansetzt. Zu jedem kugligen Auge tritt von dem hinteren Rande des oberen Schlundganglions ein starker, aus zahlreichen feinen Fibrillen zusammengesetzter Sehnerv in geradem Verlaufe heran (Taf. XII, Fig. 8 no); gleichfalls in die Epidermis eingebettet wird er an seinem Eintritt in das Auge etwas eingeschnürt und lässt von hier seine Fibrillen allseitig ausstrahlen und sich wie einen Fasermantel über einen Theil der Kugeloberfläche ausbreiten.

Das Auge der Chaetognathen, so klein es ist, hat indessen einen noch weit complicirteren Bau, welchen man bei der Betrachtung von der Fläche gar nicht vermuthet und welchen man nur mit Hülfe feiner Quer- und Flächenschnitte genau feststellen kann (Taf. XII, Fig. 6 u. 7). An solchen bemerkt man, dass die kleine pigmentirte Stelle (pi), welche bei der Flächenansicht an der Oberfläche der Zellenkugel beschrieben wurde, sich noch in ihr Inneres als eine Scheidewand weit hineinsenkt und dabei eine complicirte Form annimmt, welche sich schwer schildern lässt; hervorgerufen aber wird die complicirte Form dadurch, dass die Pigmentscheidewand Gruben enthält, um drei kleine durchsichtige biconvexe Linsen (l) aufzunehmen; von denselben ist nur die eine bereits erwähnte von aussen sichtbar, während die zwei andern mehr nach der Mitte des kugligen Auges zu liegen und dem Beobachter bei der Flächenbetrachtung durch das Pigment verdeckt werden. Von den drei Linsen sind zwei der Pigmentwand seitlich, eine von links, die andere von rechts eingebettet, die dritte liegt ihr von unten an.

Um jeden der lichtbrechenden Körper und zwar senkrecht zu seiner aus dem Pigment hervorschauenden convexen Fläche sind die oben erwähnten kleinen Sehstäbchen (a) in grosser Anzahl angeordnet, so dass sie drei Gruppen bilden. Ein Flächenschnitt durch eine derselben ergibt ein Mosaik kleiner dicht zusammengedrängter Körner, wie es auf Tafel XII, Figur 9 a dargestellt worden ist. Nach aussen von den Stäbchen erblickt man die zu ihnen gehörigen Zellkerne, welche am dichtesten im Aequator des Auges angehäuft sind. An den angefertigten Schnitten war die Form der Sehzellen und ihr Zusammenhang mit den Stäbchen nicht zu erkennen, auch nahm ich wegen der Kleinheit des Auges und seiner Elemente von dem Versuche Isolationen herzustellen bald Abstand; eine bei dem Versuch isolirt erhaltene Linse ist in Taf. XII, Fig. 9 l abgebildet.

Wie uns das Studium der Querschnitte gezeigt hat, ist das Auge der Chaetognathen kein einfaches, sondern ein zusammengesetztes Gebilde, welches sich am meisten an die Augen mancher Crustaceen anschliesst: es ist aus der Verschmelzung von drei einfachen Ocelli entstanden zu denken. Sein Bau lässt sich jetzt kurz dahin zusammenfassen:

Das zusammengesetzte Auge der Chaetognathen stellt eine Kugel dar und besteht aus drei in einen central gelegenen Pigmentkörper eingebetteten biconvexen Linsen, von denen eine jede an ihrer äussern freien Fläche von einer epithelartig ausgebreiteten Schicht feiner cylindrischer Sehzellen, einer Retina, bedeckt wird. Das Sehepithel zerfällt in eine Stäbchen- und eine Körnerschicht, welche gegen einander scharf abgegrenzt sind und von welchen die Stäbchen mit ihren peripheren Enden an die Linsenoberfläche anstossen. Wegen der verschiedenen Lage der 3 Linsen schauen die Stäbchenenden nach sehr verschiedenen Richtungen, zum Theil sogar nach der unteren Fläche des kugligen Auges, an welcher der Sehnerv eintritt und sich ausbreitet. Das Auge ist vollständig in die Epidermis eingeschlossen und wird auch nach aussen noch von einer dünnen Schicht abgeplatteter Epidermiszellen überzogen.

Literatur. Unter allen Sinnesorganen der Sagitten sind die Augen am frühesten beobachtet worden. So gaben schon Quoy und Gaimard (43. p. 349) an, am Kopf der Sagitta bipunctata zwei schwarze Flecke gesehen zu haben, in welchen sie Augen vermutheten. Genaueres erfahren wir aber erst durch Krohn (27. p. 13), welcher den Sehnerven entdeckte. Er beschreibt das Auge als ein in die Kopfhaut eingebettetes zelliges Ganglion, in dessen Mitte aus einer pigmentirten Stelle eine glashelle Wölbung hervorrage, welche entweder eine Cornea oder vielleicht auch eine Linse sei. Die Stäbchen bezeichnet er als „kurze Fibrillen, welche aus dem Ganglion entspringend durch die Pigmenthülle in's Innere des Auges zu dringen scheinen." Von Wilms (49. p. 15), welcher ähnliche Angaben wie Krohn macht, werden die Sehstäbchen Papillae pellucidae genannt, bald darauf werden sie von Leuckart und Pagenstecher (34. p. 595) den Krystallkegeln der Arthropoden verglichen. Endlich hat noch Busch (5. p. 96) eine Beschreibung von der complicirteren Form des Pigmentkörpers im Auge der Spadella cephaloptera gegeben und hierbei bemerkt, dass es eine vergebliche Mühe sei, die einzelnen Theile des sonderbaren Auges physiologisch erklären zu

wollen, da sie mit den Gebilden dieser Organe in der übrigen Thierwelt so wenig Uebereinstimmendes zeigen. Auf Zeichnungen von Huxley gestützt gibt Busk (6. p. 19) an, dass der Nervus opticus vor seinem Eintritt in das Auge noch eine besondere ganglióse Anschwellung enthalte. Von einer solchen ist, wie aus unserer Darstellung hervorgegangen ist, nichts wahrzunehmen. Ueberhaupt kann man aus der Flächenbetrachtung allein keine richtige Vorstellung von dem schon complicirter gebauten Auge der Sagitten erhalten.

Das Geruchsorgan.

Das dritte Sinnesorgan, welches bei den Chaetognathen seither entweder ganz übersehen oder falsch beurtheilt worden ist (Taf. IX, Fig. 3 u. 6 r, Taf. XII, Fig. 20 u. 21 r), liegt in unmittelbarer Nachbarschaft der Augen (au) auf der oberen Fläche des Kopfes nach hinten vom oberen Schlundganglion (g^2) und dehnt sich von hier bei einigen Arten, bei denen es gut entwickelt ist, auf einen grossen Theil des Rumpfes aus. Es ist ein unpaares Gebilde von einfachem Bau; ein schmaler Epithelstreifen, aus feinen Cylinderzellen gebildet (Taf. XII, Fig. 12 r), sitzt den grossen durchsichtigen Zellen der Epidermis auf, einen kleinen leistenartigen Vorsprung verursachend (Taf. XII, Fig. 11 r). Zwei bis drei in der Mitte des Streifens befindliche Zellreihen (h^1) sind mit sehr langen und äusserst zarten Flimmern versehen, welche beständig in undulirender Bewegung begriffen sind und dadurch zuerst die Aufmerksamkeit des Beobachters auf die in Frage stehende Hautstelle hinlenken (Taf. XII, Fig. 3 h). Die Flimmern entspringen von einem kleinen glänzenden Korn (h^1) an dem peripheren Ende der Zellen, welches gegen Reagentien eine grössere Resistenz zeigt. Denn wenn die Flimmern an conservirten Präparaten geschwunden sind, nimmt man bei Betrachtung von der Fläche auf dem kleinen Zellenmosaik des Sinnesepithels noch ihre Ansatzpunkte, nämlich zwei bis drei Reihen eng zusammenstehender Körner wahr. (Taf. XII, Fig. 12 h^1.)

Der Epithelstreifen beschreibt je nach den einzelnen Arten auf der Oberfläche der Epidermis verschiedene Figuren, welche sich systematisch verwerthen lassen. Bei der Spadella cephaloptera und Sp. draco ist das Geruchsorgan am wenigsten entwickelt und stellt einen ovalen schmalen Ring von Cylinderzellen dar, welcher in geringer Entfernung hinter den Augen am lebenden Thiere wegen seiner Flimmerung leicht beobachtet wird. Bei der Spadella

cephaloptera (Taf. IX, Fig. 6 r) liegt der ovale Ring in der Queraxe, bei der Sp. draco (Taf. IX, Fig. 3 r) in der Längsaxe des Körpers. Ansehnlicher ist das Geruchsorgan bei Sagitta hexaptera, S. bipunctata und S. serrodentata, kann aber trotzdem hier eher übersehen werden, weil die grösseren Thiere im lebenden Zustande weniger gut mit stärkeren Systemen durchmustert werden können, an abgetödteten Objecten aber die Flimmern zerstört sind. Bei allen diesen Arten nimmt es den vorderen Theil vom Rücken des Rumpfes mit ein und zieht über die zwei dorsalen Muskelbänder hin. Seine abweichende Form können wir uns von der gleichsam zu Grunde liegenden Form eines ovalen Ringes ableiten. Bei der Sagitta hexaptera hat der ovale Ring, dessen Längsdurchmesser mit der Längsaxe des Thieres zusammenfällt (Taf. XII, Fig. 21 r), dadurch eine Veränderung erfahren, dass er nach vorn in einen schmälern Fortsatz ausgebuchtet ist, welcher zwischen beide Augen (au) eingeschoben fast bis an die hintere Grenze des oberen Schlundganglions (g^2) heranreicht. Das Geruchsorgan lässt sich daher kurz als birnförmig bezeichnen. Bei der Sagitta bipunctata (Taf. XII, Fig. 20 r) und S. serrodentata endlich hat es die Gestalt eines Kreuzes angenommen. Der ovale Zellenring, von dem wir ausgehen, stellt die kurzen Querschenkel des Kreuzes dar und ist ziemlich weit nach rückwärts vom Kopf gelagert; er entsendet nach hinten und vorn zwei schmale lange, etwa gleich grosse Aussackungen, welche die langen Arme des Kreuzes bilden. Der vordere Kreuzarm schiebt sich ebenso wie bei Sagitta hexaptera zwischen den Augen fast bis zum Ganglion vor.

Dass hier ein Sinnes- und speciell ein Geruchsorgan vorliegt, bleibt jetzt noch näher zu begründen. Wenn die Deutung als ein Sinnesorgan schon nahe gerückt wird durch die Beschaffenheit der Epithelzellen, die sich gleich den Zellen der Tasthügel so scharf von den übrigen Elementen der Epidermis absetzen (Taf. XII. Fig. 11), so wird sie vollkommen sicher gestellt durch den Nachweis, dass sich zu dem flimmernden Epithelstreifen zwei starke Nerven hinbegeben (Taf. IX, Fig. 3, 6, 16 nr. Taf. XII, Fig. 20 u. 21 nr). Dieselben nehmen von der hinteren Fläche des oberen Schlundganglions (g^2) unmittelbar nach innen von den beiden Nervi optici (no) ihren Ursprung und verlaufen parallel zu letzteren eingebettet in die Epidermis nach dem Geruchsorgan; sie treten in den vom flimmernden Zellenstreifen umgrenzten Bezirk ein und verschmächtigen sich nach dem hinteren Ende desselben immer mehr durch

Abgabe zahlreicher seitlicher Aeste, die im Bogen nach dem links und rechts von ihnen gelegenen Sinnesepithel (r) hinziehen (Taf. XII, Fig. 12 nr). Die seitlichen Aeste lösen sich dabei in Fibrillen auf, die sich untereinander verflechten und unter das Sinnesepithel (r) treten, wobei ich sie an einem Essigsäurepräparate direct in die flimmertragenden Zellen glaube verfolgt zu haben. Für die Deutung als Geruchsorgan scheinen mir die langen äusserst zarten und vergänglichen Flimmern zu sprechen, welche sich den Riechhärchen anderer Geschöpfe vergleichen lassen.

Literatur. Das Geruchsorgan der Chaetognathen ist schon von verschiedenen Forschern bemerkt, aber falsch gedeutet worden. Krohn (27. p. 13) in seiner grundlegenden Arbeit spricht von zwei starken hinteren Kopfnerven, die nach rückwärts ziehend erst divergiren und alsbald sich auf einander im Bogen zukrümmen, verschmelzen und so eine Nervenschlinge bilden. Dieselbe ist nun nichts Anderes als der eigenthümlich verlaufende Epithelstreifen des Geruchsorgans. Krohn (29. p. 269) selbst hat später seinen Irrthum zurückgenommen und hervorgehoben, dass er veranlasst worden sei durch zwei in Alcohol dunkel gerinnende Streifen in der Haut, über deren Bedeutung er nicht einmal eine Vermuthung aufstellen könne. Später hat uns Busch (5. p. 96) eine gute Beschreibung vom Geruchsorgan der Spadella cephaloptera geliefert; er nennt es eine in der Kopfhaut befindliche „grosse Scheibe, welche wie ein Sattel über den Rücken ausgebreitet ist und auf einem etwas dunkler gefärbten doppelt contourirten Rand sehr viele lange und zarte Wimpern trägt, die in ihrer Bewegung das Phänomen des Räderns zeigen.“ Busch's Entdeckung des „rädernden Organs“ auf dem Nacken der Spadella cephaloptera ist seitdem mehrfach an demselben Objecte bestätigt worden, durch Claparède (7. p. 9), welcher es den beiden Räderorganen am Nacken von Tomopteris vergleicht, und durch Pagenstecher und Giard. Pagenstecher (42. p. 309) ist hierbei in einen schwer zu begreifenden Irrthum verfallen, indem er durch den bei der Spadella cephaloptera etwas gelb gefärbten Zellenring den Nahrungskanal hindurchtreten lässt. Endlich ist noch Kowalevsky (26. p. 11) anzuführen, welcher bei einer nicht näher bestimmten Sagittenart hinter dem Kopfganglion in dem Raume zwischen den beiden zum Oberkopf und den Augen gehenden Nerven ein besonderes Organ beschreibt, welches er der flimmernden Scheibe der Spadella cephaloptera vergleicht und als ein Sinnesorgan bezeichnen möchte. Wenn indessen Kowalevsky

dasselbe ein geschlossenes Bläschen mit deutlichen Zellwandungen oder eine kleine Kapsel nennt, so muss er einen Beobachtungsfehler begangen haben, welcher sich daraus erklärt, dass er nur conservirte Exemplare untersucht hat. Der Geruchsnerv ist bis jetzt allgemein übersehen worden, weil er bei seiner Lage über den dorsalen Längsmuskeln weniger deutlich hervortritt als der leicht sichtbare in seiner Nachbarschaft verlaufende Nervus opticus.

3. Das Nervensystem.

Zum Studium des Nervensystems ist unter allen Chaetognathen am meisten die Sagitta hexaptera geeignet, an welcher auch Krohn seine mustergiltigen Untersuchungen angestellt hat. Man kann hier die einzelnen Ganglienknoten durch Präparation darstellen und die peripheren Nerven an abgelösten und vollkommen durchsichtigen Hautlamellen so schön wie an wenigen anderen Objecten in ihrer Endausbreitung verfolgen. Auf die Sagitta hexaptera beziehen sich daher auch die folgenden Angaben fast ausschliesslich; die kleineren Arten wurden nur zur Anfertigung von Querschnitten benutzt.

Für den vergleichenden Anatomen gewinnt das Nervensystem der Chaetognathen ein besonderes Interesse dadurch, dass es fast vollständig im Ektoderm liegt. Die hauptsächlichsten Ganglienknoten und die von ihnen ausstrahlenden Nerven mit ihren feinsten Endfäden sind ganz dicht an der Oberfläche des Körpers in die Epidermis eingebettet; eine Ausnahme machen nur einige kleinere Ganglien des Kopfes, welche mit den von ihnen abgehenden Nerven dem Mesoderm angehören. Am Nervensystem der Chaetognathen haben wir daher einen ektodermalen und einen mesodermalen Theil zu unterscheiden.

Der ektodermale Theil, dessen Untersuchung wir zunächst vornehmen wollen, besteht aus zwei Centralorganen, dem oberen Schlund- und dem Bauchganglion und den in der Epidermis gelegenen peripheren Nerven, die sich in einen überall ziemlich gleichmässig verbreiteten Plexus auflösen.

Das obere Schlund- oder Kopfganglion findet sich weit vornen auf der oberen Fläche des Kopfes, wo es in die Epidermis eingebettet ist und einen flachen Höcker nach aussen verursacht. (Taf. IX, Fig. 3, 6, 16, g^2). Es stellt einen plattgedrückten Körper von der Gestalt eines regelmässigen Hexagons dar; seine untere Fläche ruht unmittelbar auf der dünnen Stützlamelle, durch welche es von der Muskulatur getrennt wird, wäh-

rend die obere Fläche von einer dünnen Schicht Epidermiszellen überzogen wird (Taf. X Fig. 1 g^2). Von den sechs Seiten schaut eine nach vorn und eine nach rückwärts, zwei schauen nach links und zwei nach rechts (Taf. XI, Fig. 5). Wie Kowalevsky gezeigt und durch gute Abbildungen erläutert hat, setzt sich das Ganglion aus zwei verschiedenen Substanzen zusammen, aus einer feinfaserigen Masse und aus kleinen Ganglienzellen. Die Faser- oder Punktsubstanz (p), wie sie Leydig bei Würmern und Arthropoden genannt hat, liefert den Kern des Nervenknotens; im lebenden Zustand durchscheinend sieht sie nach Reagentienbehandlung feinkörnig aus und bräunt sich besonders stark in Osmiumsäure. Die Ganglienzellen (gz) bilden um den faserigen Kern eine Rindenschicht, die indessen unvollständig ist; am dichtesten sind sie in der Circumferenz des hexagonalen Körpers angehäuft, dagegen umgeben sie die nach Aussen gewandte Fläche nur mit einem dünnen Ueberzug und an der unteren Fläche fehlen sie sogar ganz, so dass hier die centrale Fasermasse unmittelbar an die Stützlamelle angrenzt. (Taf. X Fig. 1 und Taf. XI Fig. 5).

Aus der Fasersubstanz des Ganglions nehmen vier stärkere und sechs schwächere Nerven ihren Ursprung (Taf. XI Fig. 2 u. 5). Zwei Hauptstämme (n^2) gehen von den vorderen Ecken des Hexagons aus, verlaufen in gerader Richtung dicht bei einander bis zum vorderen Rande des Kopfes und senken sich hier in das Mesoderm desselben hinein, wo wir sie später weiter zu verfolgen haben werden. Ihrer Lage und Function nach nennen wir sie die vorderen motorischen Nerven des oberen Schlundganglions. Die zwei anderen gleich starken Hauptstämme (n^1) sind die Commissuren, welche zur Verbindung mit dem Bauchganglion dienen, sie treffen die seitlichen Ecken des Hexagons. Von den sechs schwächeren Nerven, welche alle nur sensible Fasern enthalten, entspringen zwei vom vorderen seitlichen Rand des Nervenknotens, um sich in der Haut des Vorderkopfes zu verbreiten, die vier hinteren Nerven entspringen zu je zwei von den beiden hinteren Ecken des Hexagons. Es sind die Nervi optici und olfactorii; die ersteren (no) sind nach Aussen gelegen, sie divergiren etwas nach rückwärts und erreichen nach kurzem Verlaufe, ohne seitlich Fäserchen abgegeben zu haben, die kleinen Augen; etwas nach einwärts von ihnen nehmen die beiden Riechnerven (nr), deren feinere Verästelung schon früher beschrieben wurde, ihren Weg zum unpaaren Geruchsorgan.

Das Bauchganglion, welches an Grösse das Kopfgang-

lion bedeutend übertrifft, nimmt etwa die Mitte des Rumpfsegmentes (Taf. IX Fig. 4 g[1]) ein, ist von längsovaler Form und bei Sagitten, die abgestorben oder mit Reagentien behandelt worden sind, auch für das unbewaffnete Auge gut kenntlich als ein dunkler geronnener Körper. Da es vollständig ektodermal ist, so bedingt es bei denjenigen Chaetognathen, die eine dünne Epidermis besitzen, wie die Sagitta bipunctata und S. serrodentata, einen nach aussen vorspringenden Hügel, wesswegen es auch von manchen Autoren, die seine nervöse Natur geleugnet haben, als Bauchsattel bezeichnet wurde.

Bei der Untersuchung des feineren Baues unterscheidet man wieder eine faserige Mark- und eine zellige Rindensubstanz (Taf. XI Fig. 9). Erstere stellt einen breiten Strang (p.) dar, welcher die Längsaxe des ovalen Ganglions durchsetzt und direct in die zwei vorderen und zwei hinteren Hauptnervenstämme (n.[1] u. n[4]) übergeht. Nach Behandlung mit Reagentien sieht sie feinkörnig wie die Leydig'sche Punktsubstanz aus, dabei lässt sie aber dicht bei einander stehende Quer- und Längsstreifen, die sich unter rechtem Winkel kreuzen, erkennen. Es rührt die Streifung ohne Zweifel davon her, dass die dicht zusammengedrängten Nervenfibrillen, die als solche nicht mehr unterscheidbar das Aussehen der Punktsubstanz hervorrufen, das Ganglion vorwiegend der Länge und Quere nach durchsetzen.

Die Ganglienzellen (gz) sind in grösserer Menge nur an den beiden Rändern des Bauchknotens angehäuft, während sie an der dorsalen und ventralen Fläche nur isolirt vorkommen; sie sind sowohl gegen die Epidermiszellen (ep) als auch gegen die Punktsubstanz (p) scharf abgegrenzt (Taf. X Fig. 6, 10, 11) und sind der Hauptmasse nach von ausserordentlich geringer Grösse. Nur an den Rändern des Bauchknotens fallen einige wenig grössere Ganglienzellen mit runden bläschenförmigen Kernen auf (Taf. X Fig. 11 gz[1]). Das Zerzupfen macerirter Präparate lässt uns in die feinere Structur des Ganglions noch etwas weiter eindringen. Wie die Figur 10 auf Tafel XI, welche von Sagitta hexaptera gewonnen wurde, zeigt, sind die grossen randständigen Ganglienzellen (gz[1]) in Gruppen von zwei und drei vereinigt und entsenden ihre Fortsätze medianwärts durch die kleinzellige Schicht (gz) hindurch in die centrale Fasersubstanz (p); sie werden von einer Art Scheide aus indifferenten Epidermiszellen umhüllt, die am Rande des Bauchknotens die Interstitien zwischen den nervösen Elementen ausfüllen. Nach innen folgen dann die kleinen, aber

um so zahlreicheren Nervenzellen (gz), welche einen breiten Streifen formiren, und lassen nach der Marksubstanz Fibrillenzüge hindurchtreten, welche theils den grossen randständigen Ganglienzellen (gz [1]), theils den peripheren, seitlich einmündenden Nerven (n) angehören.

Der Bauchknoten enthält von der Epidermis einen bei den einzelnen Arten verschieden dicken Ueberzug; bei der Sagitta serrodentata, deren Ektoderm verhältnissmässig dünn ist (Taf. X Fig. 10), liegt er mit seiner convexen Oberfläche fast frei zu Tage, da er nur von einer einzigen Zellenschicht (ep) überzogen wird, die auf dem Querschnitt wie eine kernhaltige Membran aussieht. Bei der Spadella cephaloptera (Taf. X Fig. 6 g [1]) und Sagitta hexaptera (Taf. X Fig. 11) dagegen wird er von einem 4—5 Zellen dicken Epidermislager (ep) bedeckt. Dabei zeigt die Sagitta hexaptera uns das bemerkenswerthe Verhältniss, dass das Ganglion an den Epidermisüberzug nicht unmittelbar anstösst, sondern sowohl von ihm als auch von der Muskulatur (m v) und ihrer Stützlamelle (s) durch einen Spalt (y) getrennt ist. Es befindet sich somit allseitig in einem mit Flüssigkeit erfüllten Hohlraume und wird mit den Wandungen desselben durch dünne Faserzüge verbunden, welche hier und da Kerne enthalten und umgewandelte Epidermiszellen sind. Einige Kerne haften auch an der Stützlamelle, welche bei den anderen Arten unmittelbar an die dorsale Fläche des Bauchknotens grenzt. In Folge dieser Lage in einem Hohlraum ist es bei Sagitta hexaptera leicht, den Bauchknoten aus der Epidermishülle in toto unversehrt zu isoliren. Aehnliche in der Umgebung des Nervensystems entstandene epidermoidale Spalträume, nur von geringerem Umfang, wurden schon früher von uns am oberen und unteren Nervenring der Medusen beobachtet, beschrieben und abgebildet.

Ueber den feineren Bau des Bauchganglions findet man einige theils richtige, theils aber auch irrthümliche Angaben bei Kowalevsky (26 p. 10—11). Er beschreibt die Vertheilung der Rinden- und Marksubstanz und unterscheidet die kleinen und grossen Rindenzellen, letztere mit dicken centralen Fortsätzen; aber ausserdem macht er noch Angaben, die ich in keiner Weise habe bestätigen können. Erstens zeichnet er in die Marksubstanz ziemlich zahlreiche Zellen, dann schildert er in ihr zwei Höhlen, die er auf jedem Schnitte antraf, eine obere, die an ihren Ecken mit Epithel ausgekleidet war, und eine untere, welche die Form eines Risses und zackige Ränder besass. Obwohl diese Höhlen an jun-

gen Sagitten auf Querschnitten nicht nachgewiesen werden konnten, ist Kowalevsky doch der Ansicht, dass es keine durch Zerreissen des Gewebes entstandene Kunstproducte gewesen seien. Ich muss dennoch solches vermuthen. Denn bei den verschiedenen Arten, die ich untersucht habe, fand ich an sehr zahlreichen Präparaten nie einen Hohlraum in der durchaus compacten Marksubstanz. Mit Flüssigkeit erfüllte Spalten traf ich nur bei Sagitta hexaptera, dann aber nicht im Innern des Ganglions, sondern in seiner Umgebung an.

Das periphere Nervensystem, welches mit dem Bauchknoten in Verbindung steht, lässt sich bei der grossen Sagitta hexaptera vortrefflich untersuchen und gibt bei folgender Methode sehr instructive Bilder. Sagitten wurden 10—15 Minuten in das anderen Orts beschriebene Gemisch von Osmiumsäure und Essigsäure eingelegt, dann mehrmals in 0,2 $^0/_0$ Essigsäure ausgewaschen und schliesslich in derselben einen Tag belassen, dann in dünnem Glycerin conservirt. Von derartigen Objecten kann man sich sonder Mühe grosse, nur aus der Epidermis bestehende Lamellen verschaffen, wenn man die Muskulatur von der Innenfläche durch Zupfen mit Nadeln und durch Pinseln vollständig entfernt.

Da die fest aneinander haftenden Epidermiszellen vollkommen durchsichtig sind, lassen sich die in Osmiumsäure geschwärzten Nerven, auch nachdem sie sich in feine Fibrillen aufgelöst haben, noch haarscharf erkennen. Durch Färbung in Carmin (Alauncarmin) treten dann ferner noch Ganglienzellen, welche hie und da in den peripheren Plexus eingeschaltet sind, deutlicher hervor.

Aus dem Bauchknoten (Taf. IX Fig. 4 und Taf. XI Fig. 9) entspringen 1) nach vorn die beiden Commissuren (n^1), 2) von jeder der langen Seiten in gleichmässigen Abständen von einander zehn bis zwölf dünne Nerven, 3, nach rückwärts zwei sehr ansehnliche Stämme (n^4). Die letzteren, welche wir in ihrer Verbreitung zunächst verfolgen wollen, versorgen die hintere Hälfte des Rumpfsegmentes und das ganze Schwanzsegment, sie gehen beide am hinteren Ende des Bauchknotens unmittelbar aus der Marksubstanz hervor und verlaufen eine Zeit lang dicht bei einander und parallel zur ventralen Medianlinie auf den zwei Bauchmuskeln nach rückwärts. Sie bestehen aus dicken neben einander liegenden Bündeln, jedes Bündel aus zarten Fibrillen. Wie das Ganglion selbst, liegen auch sie in der Epidermis inmitten eines weiten Spaltraums, welcher von einem Netzwerk faserig umgewandelter Epidermiszellen mit Kernen durchsetzt wird, und lassen sich in

Folge dessen leicht und unversehrt aus dem Ektoderm in grosser Länge herausziehen.

Weiter nach rückwärts divergiren die beiden Hauptstämme stärker und lösen sich hierbei, indem sie sich dem Rand der ventralen Muskelbänder nähern, noch ehe sie das Ende des Rumpfsegmentes erreicht haben, in eine grosse Anzahl dünnerer und dickerer Bündel auf, die unmittelbar eines neben dem andern noch eine Strecke weiter verlaufen und hierbei ein dichtes Geflecht erzeugen, wie es auf Tafel XI Figur 1 abgebildet worden ist. In der Mitte des Flechtwerks liegen die stärkeren, zu beiden Seiten die dünneren Stränge, sie alle hängen vielmals und in der verschiedensten Weise untereinander zusammen; bald löst sich ein starkes Bündel in zwei auf, um nach links und rechts mit den benachbarten zu verschmelzen, bald entsteht durch Verschmelzung von zwei oder drei Theilästen wieder ein stärkeres neues Bündel, bald zweigen sich unter spitzem Winkel nur feinere Stränge ab, um nach links oder nach rechts Verbindungen einzugehen, bald auch laufen dünne Stränge rechtwinklig zur allgemeinen Faserrichtung und verknüpfen eine Anzahl neben einander hinziehender Bündel. So werden aus den zwei ursprünglich compacten Nervenstämmen zwei immer breiter werdende gleichsam gefensterte Nervenstränge mit sehr engen, verschiedenartig geformten, meist aber etwas langgestreckten Maschen. In ihnen sind die stärkeren Bündel durch einen schmalen Spaltraum von ihrer Epidermisscheide getrennt, die kleineren liegen derselben dichter an.

Während ihres ganzen Verlaufes geben die 2 hinteren Hauptstämme alsbald nach ihrem Ursprung aus dem Bauchganglion kleine Fibrillenbündel ab, welche sich von ihrem lateralen Rande abzweigen und schräg nach rückwärts gewandt das Seitenfeld kreuzen und nach dem Rücken emporsteigen. Da wo der Nervenstamm sich ausbreitet und geflechtartig wird, sind die sich abzweigenden Fibrillenbündel gewöhnlich in der Zahl von 5—10 zu einem Strange vereint. Sie laufen in jedem Strange (Taf. XI Fig. 6) in geringer Entfernung nebeneinander her und verbinden sich häufig durch bald stärkere bald feinere Anastomosen, die meist unter spitzem Winkel, zuweilen aber auch rechtwinklig abgegeben werden. Somit stellt auch jeder der dorsalwärts gerichteten Nervenstränge wieder ein Geflechte dar, das aber aus dünneren Fäden und weiteren Maschen gebildet wird. Durch ihre Abgabe aber wird der Hauptnervenstamm immer mehr geschwächt und er löst sich endlich selbst ganz in eine Anzahl schmaler Stränge

auf, welche Bauch und Rücken des Schwanzsegmentes innerviren und von denen ein jeder aus einem Flechtwerk dünnerer und stärkerer Fibrillenbündel besteht.

In der geschilderten Weise wird die Nervensubstanz der beiden hinteren Stämme des Bauchganglions ziemlich gleichmässig über einen grossen Theil der Körperoberfläche in zahlreichen Bahnen verbreitet. Diese Bahnen sind nun aber nicht etwa vollständig von einander getrennt, sondern sie hängen allseitig zusammen durch zahlreiche Nervenfasern, die überall in der Epidermis vorgefunden werden. Dadurch dass sich dieselben in der mannichfachsten Weise durchkreuzen und durchflechten, entsteht ein über die gesammte Körperoberfläche ausgebreiteter Nervenendplexus, in welchem die oben beschriebenen Nervenstränge die einzelnen Sammelbahnen vorstellen.

Der Endplexus, der nur bei gelungener Einwirkung der Osmiumsäure, dann aber auch in aller Schärfe sichtbar wird, ist an manchen Stellen weniger, an andern besser entwickelt, am besten zwischen den in longitudinalen Reihen hintereinander angeordneten Tastorganen; von einer solchen Stelle ist er auch auf Taf. XI, Fig. 4 bei mittelstarker Vergrösserung genau mit Hülfe des Prismas gezeichnet worden.

In geringer Entfernung vom rechten Rande der Zeichnung — das zu Grunde liegende Präparat entstammt der Rückengegend vom hinteren Drittel des Rumpfsegmentes — verläuft in dorsoventraler Richtung ein stärkerer Nervenfaden n*, der sich bis zu einem vom Hauptstamm abzweigenden Nervenstrang, welcher das Seitenfeld schräg kreuzt, zurückverfolgen lässt, er besteht aus einer in Osmiumsäure sich stark bräunenden homogenen Substanz, die sich haarscharf vom klaren ganz durchsichtigen Inhalt der Epidermiszellen abhebt. Eine fibrilläre Struktur ist weder an ihm noch an andern Fäden, die eine gleiche oder eine geringere Dicke besitzen, zu erkennen. Ausser dem stärkeren Faden nehmen noch andere feinere und feinste, aber ebenso scharf gezeichnete Nervenfasern ihren Weg theils in derselben Richtung, theils schräg, theils rechtwinklig zu ihm; wo sie sich kreuzen, verschmelzen sie gewöhnlich deutlich untereinander und erzeugen an den Knotenpuncten bald dreieckige, bald oblonge Anschwellungen. So wird ein überall sich ausdehnendes Netzwerk hergestellt, dessen Maschen bald drei-, bald vier-, bald vieleckig, hier quadratisch, dort oblong, dort rhombisch sind. Auch ihre Grösse variirt innerhalb

weiter Grenzen; die grossen Maschen sind gewöhnlich aus etwas dickeren Fädchen gebildet und können dann durch feinere Fädchen noch weiter in mehrere kleinere Maschen zerlegt werden. Im Netzwerk kann man ferner stärkere Fäden, welche auf grössere Strecken die Epidermis durchsetzen, von kürzeren und schwächeren unterscheiden, die hauptsächlich zur Verbindung und Anastomosenbildung dienen. Die ersteren nehmen theils in dorsoventaler theils in longitudinaler Richtung ihren Weg; die longitudinalen aber finden sich namentlich entlang den Reihen der Tastorgane (t), deren zwei auf dem vorliegenden Präparate enthalten sind. Der Faden n† war den Tastorganen entlang noch in grosser Ausdehnung nach vorn und hinten weiter zu verfolgen.

Wie gesagt, ist der Plexus nicht überall von derselben Dichtigkeit. In der Figur 4 — und dies kann im Allgemeinen als Regel gelten — ist er unter den Tastorganen (t) und auf der Hautstrecke zwischen ihnen am engmaschigsten, dann folgen immer weitere Maschen, je grösser die Entfernung wird.

An der Zusammensetzung des peripheren Nervensystems der Sagitten betheiligen sich noch vereinzelte Ganglienzellen (gz), die ich bisher in der Schilderung übergangen habe, um sie jetzt im Zusammenhang besprechen zu können. Sie kommen sowohl in den grösseren Nervenstämmen, als auch in dem Endplexus vor. In den ersteren erscheinen sie als kleine, von etwas Protoplasma umgebene Kerne, welche zum Nervensystem gerechnet werden müssen, weil sie in die Epidermisscheide mit eingeschlossen sind und wenn der Nerv durch Zerzupfen freigelegt wird, an dem Fibrillenbündel haften bleiben.

Viel zahlreicher sind die Ganglienzellen in dem Endplexus, in welchem sie auch in ihrer Grösse ganz ausserordentlich variiren. Sehr leicht zu übersehende, in Osmium gebräunte und einen kleinen Kern einschliessende Protoplasmakörper, welche von den grossen durchscheinenden Riffzellen der Epidermis sehr abstechen, gehen mit ihren 3, 4 oder mehr Ausläufern in das Nervenendnetz ein (Taf. XI Fig. 4, 6, 11, gz). Gewöhnlich bilden sie den Mittelpunkt recht zahlreicher Durchflechtungen, meist treten sie isolirt, selten mehrere zusammen auf. Häufig trifft man ein characteristisches Bild, wie es auf Taf. XI (Fig. 1, 6, 8 gz*) dargestellt ist. Zwei oder drei dicht nebeneinander herziehende stärkere Nervenfasern sind eine jede an identischen Stellen ihres Verlaufes mit kernhaltigen Anschwellungen versehen und diesen entsprechend durch eine feine Queranastomose verbunden. — Während die kleinen Gang-

lienzellen nur bei stärkeren Vergrösserungen erkannt werden, sind andere, welche den gleichen Durchmesser wie die grossen Ganglienkugeln des Bauchknotens erreichen, schon bei schwachen Systemen leicht aufzufinden. Es sind kugelige oder ovale mit grossem rundem Kern versehene Körper (Taf. XI Fig. 7 und 12 gz[1]); in Folge von Schrumpfung füllen sie den ursprünglichen Hohlraum in der Epidermis nicht mehr ganz aus, so dass sie durch einen hellen von Flüssigkeit erfüllten Spalt von den sie begrenzenden Riffzellen getrennt werden; theils geben sie zwei und mehr dicke Ausläufer ab, die sich alsbald theilen und mit dem Endplexus in Verbindung treten, theils sind sie in den Verlauf stärkerer Fasern eingeschaltet, namentlich solcher, welche vom Hauptstamme nach dem Rücken aufsteigen (Taf. XI, Fig. 12). Die grossen Ganglienzellen fand ich immer nur vereinzelt in der Haut vor und zwar wie mir schien, häufiger am Rande des Geflechtes, in welches sich der Bauchnerv auflöst (Taf. XI, Fig. 1 gz[1]) und in der unmittelbaren Nähe der Tastorgane (Taf. XI, Fig. 4 und Fig. 7).

Ueber die anderen Nerven, welche noch der Bauchknoten aussendet, bleibt nur Weniges hinzu zu fügen. Von den 10 bis 12 dünnen Stämmchen, welche in regelmässigen Abständen die linke und rechte Seitenwand des Ganglions verlassen, nehmen die vordersten schräg nach dem Kopfe, die mittleren gerade aus nach dem Rücken und die hinteren wieder schräg nach dem Schwanzende zu ihren Weg und gehen so vom nervösen Centrum nach allen Richtungen wie die Strahlen von der Sonne aus; sie zerfallen alsbald nach ihrem Ursprung in schwächere Aestchen und versorgen, indem sie sich in den allgemeinen Endplexus auflösen, den mittleren Theil des Rumpfsegmentes.

Von dem vorderen Rande des Bauchknotens entspringen direct aus der faserigen Marksubstanz die zwei ansehnlichen Commissuren; sie divergiren bald und steigen, wenn sie am Kopfe angelangt sind, in der Kappe desselben schräg empor um sich in das obere Schlundganglion einzusenken. (Taf. IX Fig. 4 n[1], Taf. XII Fig. 21 n[1].) In den Commissuren sind nach ihrer Verbreitung zwei verschiedene Nervenfasern zu unterscheiden, erstens solche, welche eine directe Verbindung zwischen dem Bauchganglion und dem oberen Schlundganglion bewirken, und zweitens Nervenfasern, die im vorderen Drittel des Rumpfsegmentes ihre Verbreitung finden. Letztere zweigen sich hie und da zu kleinen Bündeln vereint von den Hauptstämmen ab und verästeln und verflechten sich wie in den anderen Bezir-

ken der Epidermis. In Folge ihrer Abgabe sind die Commissuren bei ihrem Eintritt in das obere Schlundganglion auffallend schwächer als bei ihrem Ursprung aus dem Bauchknoten.

Soweit meine Beobachtungen über den feineren Bau des ektodermalen peripheren Nervensystems! Drei Punkte bei der Bildung desselben sind mir noch unklar geblieben; erstens ist es mir zweifelhaft, ob die stärkeren Fasern einfach oder noch aus Fibrillen zusammengesetzt sind, zweitens, ob die sich kreuzenden Fibrillen stets am Kreuzungspunkt verschmolzen sind oder auch zuweilen nur übereinander hinwegziehen, drittens sind mir die terminalen Nervenfädchen, welche zu den Tastorganen gehen werden, verborgen geblieben. Bei der ausserordentlichen Kleinheit der Sinneszellen werden sie voraussichtlich auch von besonderer Feinheit sein und werden nur an guten Goldchloridpräparaten recht deutlich gemacht werden können. Versuche nach dieser Richtung hin wollten mir nicht gelingen. Jedenfalls ist der Sachverhalt nicht so einfach als es Langerhans darstellt, wenn er bemerkt, dass man periphere Nervenstämmchen meist leicht zu den Sinnesorganen verfolgen könne. Denn diese hängen nicht durch besondere „Nerven" sondern durch einen Plexus mit dem ventralen Hauptstamme und dem Bauchknoten zusammen.

Auf etwas grössere Schwierigkeiten stösst bei den Sagitten die Untersuchung des mesodermalen Theiles des Nervensystems, welcher im Kopfe eingebettet ist. Unter dem Präparirmikroskop muss man den Kopf zergliedern und durch vorsichtiges Zerzupfen die Nerven und Ganglien zwischen den Muskeln heraus zu präpariren suchen. Auf diesem Wege ist das Präparat gewonnen worden, welches auf Taf. XI Fig. 2 mit dem Zeichenprisma abgebildet worden ist und sich noch jetzt gut conservirt in meinem Besitz befindet. Um sich ferner mit der genauen Lage der mesodermalen Ganglien bekannt zu machen, muss man zu Schnittserien durch den Kopf seine Zuflucht nehmen.

Wie schon erwähnt, gehen vom oberen Schlundganglion (g^2) der Sagitten zwei starke Nerven (Taf. IX Fig. 16 n^2) nach vorne, dringen am vorderen Rande des Kopfes vor der medialen Reihe der Stacheln in das Mesoderm ein, steigen, indem sie fast rechtwinklig umbiegen, in dem Winkel, welchen Kopfdarm und Seitenwand des Kopfes zusammen beschreiben (Taf. X Fig. 7 n^2) unmittelbar unter der äusseren Haut nach abwärts und schwellen alsbald jederseits zu einen ziemlich ansehnlichen Knoten an, wel-

cher das seitliche Kopfganglion heissen soll (Taf. X Fig. 1 und 5 g^3 Taf. XI Fig. 2 g^3).

Dasselbe ist halbmondförmig (Taf. XI Fig. 3) und besteht zum grössten Theil aus Leydig's Punktsubstanz (p), zum geringeren Theil aus kleinen Ganglienzellen (gz), welche vorwiegend die gekrümmte Oberfläche bedecken. Es liegt ganz vorn in der Seitenwand des Kopfes (Taf. X Fig. 1 und 5) nach Innen von dem Muskel, welcher sich an der inneren Stachelreihe (z) inserirt und grenzt mit der convexen Oberfläche an die Kopfhöhle (c^1) an. Zu den Muskeln des Kopfes entsendet es von verschiedenen Stellen seiner Oberfläche mehrere Nerven, die sich allseitig verbreiten, (Taf. XI Fig. 2 und 3) unter ihnen auch einen ansehnlichen Ast (n^5) welcher in die Muskelmasse der Greifhaken eintretend nach rückwärts verläuft (Taf. X Fig. 3 n^5) und in ziemlicher Länge isolirt werden konnte.

Ausser dem grossen sind jederseits noch zwei sehr kleine mesodermale Ganglien zu beschreiben, welche gleichfalls an dem vom Schlundganglion in's Mesoderm übertretenden Nerven entwickelt sind. Das eine derselben ist ein vierseitiges Knötchen mit wenigen Ganglienzellen, es sitzt mit einer Seite unmittelbar dem Nervenstamme (Taf. XI, Fig. 2 n. 3 n^2) auf, ehe er zum seitlichen Ganglion des Kopfes (g^3) anschwillt, und könnte daher auch mit Recht als ein abgeschnürter Theil des letzteren betrachtet werden. Es gibt zwei dünnen Nervenästchen den Ursprung. — Das andere kleine Ganglion (g^4) ist von ovaler Form, mit wenigen Zellen versehen und durch einen dünneren Stiel mit dem Hauptnerv (n^2) gleichfalls etwas vor seinem Eintritt in's grössere Ganglion verbunden. Wie Durchschnitte gezeigt haben, liegt es im vordersten Theil der Darmwand (Taf. X, Fig. 1 und 5 g^4) und lässt einen feinen Nerven abzweigen, der sich wohl in der Muskulatur des Oesophagus ausbreitet (Taf. XI Fig. 2 und 3 n^3). Es kann daher als Buccalganglion bezeichnet werden.

Auch am mesodermalen Theil des Nervensystems der Sagitten ist mir ein Punkt unklar geblieben. Es liess sich nämlich die Art und Weise, in welcher die ventralen und dorsalen Muskelstreifen des Rumpf- und Schwanzsegmentes innervirt werden, durch Beobachtung nicht näher feststellen; weder sah ich zu ihnen besondere Nerven herantreten, noch gelang es mir überhaupt irgend wie Nervenfibrillen in ihrem Bereich nachzuweisen, woraus ich indessen keineswegs auf ein Fehlen derselben schliessen möchte. Vorläufig bin ich daher auf Muthmaassungen angewiesen und da

scheinen mir denn zwei Fälle möglich zu sein. Entweder könnten die zahlreichen und ziemlich starken Nerven, welche von den mesodermalen Kopfganglien ausgehen, nicht nur zur Innervirung der Kopfmuskeln dienen, sondern sich auch mit Endästchen in der Rumpfmuskulatur verbreiten. Oder es wäre denkbar, dass von dem in der Haut beschriebenen Plexus Fibrillen durch die Stützlamelle hindurch zu den Muskelstreifen herantreten. Der in der Epidermis gelegene Endplexus würde dann sowohl sensible als auch motorische Fasern gemischt enthalten.

Von den zwei aufgeführten möglichen Fällen gebe ich dem ersteren den Vorzug. Dann würde bei den Chaetognathen der ektodermale Nervenplexus rein sensibel sein, er würde nur dazu dienen, die von den Sinnesorganen aufgenommenen Reize auf das Bauchganglion zu übertragen, von hier würde der Reiz durch die Commissuren auf das obere Schlundganglion und von diesem durch die beiden vorderen starken Nerven, welche nur motorische Fasern enthalten, auf die mesodermale Muskulatur fortgeleitet. Sollte diese Annahme das Rechte getroffen haben, dann würden bei den Chaetognathen sensibles und motorisches Nervensystem von einander vollständig gesondert sein, ersteres wäre ektodermal, letzteres gleich den Muskeln mesodermal. Ich versuchte durch das Experiment in dieser Frage weiter zu kommen. Leider erwies sich hierzu die Sagitta hexaptera, weil sie so sehr leicht abstirbt, als ungeeignet.

Literatur. Das Nervensystem der Chaetognathen, von welchem frühere Beobachter keine Spur (aucune trace de système nerveux, d'Orbigny. 41. p. 140) haben wahrnehmen können, wurde im Jahre 1844 von Krohn bei der Sagitta hexaptera entdeckt und gleich von Anfang an so genau in allen Einzelheiten beschrieben, dass seitdem andere Forscher wenig Neues haben hinzufügen können. Nicht allein entdeckte Krohn (27. p. 12—13) das Bauchganglion und das obere Schlundganglion mit ihren peripheren Nerven und der sie beide verbindenden Commissur, sondern er verfolgte auch die beiden vorderen Nerven des Schlundganglions auf ihrem Weg zwischen den Muskeln des Kopfes und sah sie hier zu einem Knötchen anschwellen, von welchem dann Aestchen zu den Muskeln ausstrahlten. Nur in einen Irrthum ist Krohn verfallen. Er lässt nämlich aus dem hinteren Ende des Schlundganglions ausser den 2 Nervi optici noch 2 starke Nerven

entspringen, die sich in einem Bogen gegen die Mittellinie des Kopfes krümmen, mit einander verschmelzen und auf diese Art eine Nervenschlinge bilden sollen. Später hat Krohn (29. p, 269) diesen Irrthum selbst berichtigt, indem er die Nervenschlinge für einen eigenthümlichen Streifen der Kopfhaut erklärte. Der von ihm gesehene Streifen ist nichts anderes als das Riechepithel, welches bei Sagitta hexaptera eine birnförmige Figur beschreibt.

Hinter Krohn sind die späteren Beobachter mit Ausnahme von Langerhans in der Erkenntniss des Nervensystems zurückgeblieben, indem sie der im Kopf gelegenen Ganglien nicht wieder Erwähnung thaten und hinsichtlich anderer Punkte Unsicherheit hervorriefen. So bestätigte zwar Wilms (49) das obere Schlundganglion mit den Augennerven, gab aber irriger Weise an, am Bauch 2 Ganglien, ein vorderes kleineres und ein hinteres grösseres gesehen zu haben. Später suchte Busch (5. p. 97) nachzuweisen, dass der von Krohn und Wilms für ein Bauchganglion gehaltene Körper gar nicht zum Nervensystem gehöre, dass er manchen Individuen fehle, dass er ausserhalb der Körperwandungen liege und ohne Schaden abgestreift werden könne. Obwohl Krohn (28. p. 140 u. 29. p. 268) auf diesen Einwurf antwortete und auch Leuckart (31. p. 3 Anm. u. 34. p. 595) und andere seiner Ansicht beitraten, riefen Meissner (37[a]. p. 639) und später Keferstein (23. p. 130) von Neuem Zweifel wach. Meissner bemerkte, dass an der dem Bauchganglion Krohn's entsprechenden Stelle sich ein eigenthümlicher, der Haut äusserlich aufsitzender, aus sehr kleinen Zellen und Körnern bestehender Bauchsattel befinde, von dessen Bedeutung er nur mit Sicherheit angeben könne, dass er durchaus nicht zum Nervensystem gehöre, überhaupt nicht im Innern des Thieres gelegen sei, sondern nur eine leicht ohne alle Verletzung abzustreifende Auflagerung auf einer der Hautschichten bilde. Dagegen beschrieb er 1) ein im Kopfe gelegenes, aus blasigen Abtheilungen bestehendes Gehirn, in welchem er Ganglienzellen mit Fortsätzen nachweisen konnte, und 2) ein Rückenmark, welches in der ganzen Länge von einer relativ tiefen Furche durchzogen, in zwei seitliche Hälften getheilt und vom Darm durch eine Chorda dorsalis getrennt werde. Mit Vorbehalt einer nochmals vorzunehmenden Untersuchung erklärte Meissner die Sagitta für ein Wirbelthier. Auch nach Keferstein ist „der Bauchsattel kein Ganglion, weil er ausserhalb der Muskelhaut des Thieres liege und mit dem Ge-

hirne, das man im Kopf erkennen könne, in keinem Zusammenhang stehe."

Meissner's falsche Angaben wurden durch Leuckart zurückgewiesen und Keferstein's Zweifel endgültig widerlegt durch Kowalevsky (26. p. 10), der einerseits den feineren histologischen Bau der Ganglien zum ersten Male beschrieb, andererseits zeigte, dass die Ganglienmasse nicht nur am Bauch, sondern auch am Kopfe ausserhalb der Muskulatur in die Epidermis eingebettet sei. Bei seinen Untersuchungen beging indessen Kowalevsky in so fern einen Irrthum, als er auf Grund von Querschnitten annahm, dass Hohlräume im Ganglion vorhanden seien.

Nach Krohn hat am genauesten Langerhans (30. p. 192) das Nervensystem der Sagitten untersucht. Er ist der einzige Forscher, welcher wieder der zwischen den Kopfmuskeln gelegenen Ganglien gedenkt. Er bezeichnete dieselben als ventrale Schlundganglien und die vom Kopfganglion zu ihnen tretenden Nerven als Schlundcommissuren. Von jedem ventralen Schlundganglion sah er median einen Nerven entspringen, nach der Mittellinie hinziehen und unmittelbar hinter dem Mund subcutan verlaufend sich mit dem der andern Seite vereinigen, wodurch im Kopf der Sagitten ein vollständiger Schlundring zu Stande kommt. Der Nachweis einer derartigen Nervenschlinge ist mir bei der Sagitta hexaptera nicht gelungen, so dass spätere Untersucher auf diesen Punkt ein besonderes Augenmerk werden zu richten haben. Ausserdem entdeckte Langerhans das auch von mir bestätigte kleine Ganglion, welches jederseits dem Schlund hart anliegt und nach hinten einen Nerven in die Wand des Darmes schickt, und nannte es mit Recht ein Buccalganglion.

Wie aus vorstehender Literaturübersicht hervorgeht, sind bis jetzt die Nervi olfactorii, obwohl sie dicker als die N. optici sind, noch nicht beschrieben worden; nur in einer Figur Kowalevsky's (Taf. X, Fig. 23) finde ich ihren Ursprung aus dem oberen Schlundganglion richtig abgebildet. Desgleichen wurde das periphere Nervensystem, dessen Ganglienreichthum unbemerkt blieb, noch niemals einer genaueren histologischen Analyse unterworfen.

4. Die Muskulatur.

Unmittelbar unter der Epidermis, von ihr nur durch eine dünne Stützlamelle getrennt, befindet sich die Muskelschicht, welche am Rumpf und Schwanz in sehr einfacher Weise gebaut ist, am Kopf hingegen eine reichere Gliederung erfährt. An den bei-

den hinteren Segmenten verlaufen die Muskelfasern, mit Ausnahme einer später zu erwähnenden Stelle, insgesammt longitudinal und parallel zu einander, wobei sie, wie schon Krohn (27. p. 6) gezeigt hat, in vier Zügen, zwei dorsalen und zwei ventralen, angeordnet sind (Taf. X, Fig. 4, 6, 8, 9 md u. mv). Dieselben wirken antagonistisch zu einander, indem durch ihre Verkürzung das Körperrohr abwechselnd nach oben und nach unten gekrümmt und so der Körper unter Mitwirkung der horizontal gestellten Flossen vorwärts geschnellt wird. Die ventralen und dorsalen Längsmuskeln trennt in der Seitenlinie ein muskelfreier Streifen, welcher bei den einzelnen Arten von verschiedener Breite ist. Schmal bei der Sagitta serrodentata, Spadella cephaloptera (Taf. X, Fig. 6 u. 9 sf) und Sp. draco nimmt er an Ausdehnung zu bei der Sagitta hexaptera und stellt eine dünnhäutige Stelle im Körper dar, welche allein aus der Epidermis, der Stützlamelle und nach Innen von ihr aus dem einschichtigen Epithel der Leibeshöhle besteht (Taf. XII, Fig. 23 sf). Verstärkt wird dieses muskelfreie Seitenfeld, wie wir es heissen wollen, nur im Bereich der Flossen, welche an ihm mit breiter Basis ihren Ursprung nehmen (Taf. X, Fig. 4 u. 8 f^2). Dorsal und ventral stossen die benachbarten rechten und linken Muskelbänder unmittelbar aneinander, so dass sie wie eine Masse erscheinen, und werden nur dadurch getrennt, dass im Rumpfsegment die Mesenterien, im Schwanzsegment die Längsscheidewand durch sie hindurchtreten, um sich an der Stützlamelle festzusetzen (Taf. X, Fig. 8 ld u. lv, Fig. 4 sl). Nach Innen wird die Muskulatur unmittelbar vom Epithel der Leibeshöhle bedeckt (Taf. X, Fig. 13), da auch hier wie nach der Epidermis zu jedwede Spur einer Stützsubstanz fehlt.

Um in die histologische Structur der Muskeln einen Einblick zu gewinnen, wurden Isolationen vorgenommen und Querschnitte angefertigt. Bei der Isolation, sei es in 20 % Salpetersäure oder in dünner Osmiumessigsäure erhält man ganz dünne aber breite und lange Muskelblätter, welche beiderseits in spitze Enden auslaufen und an ihrem inneren Rand gewöhnlich mit Epithelzellen der Leibeshöhle bedeckt sind (Taf. XII, Fig. 14). Wie bekannt, sind die Muskeln der Sagitten sehr deutlich quergestreift. Breitere Streifen wechseln mit schmälern ab, wie es im Grossen und Ganzen bei den Muskeln der Arthropoden und Wirbelthiere der Fall ist. Auf die so schwierige und viel discutirte feinere Structur der einfach und doppeltbrechenden Muskelsubstanz habe ich hierbei meine Untersuchung nicht ausgedehnt.

Ausser der Querstreifung deutet an den Muskelblättern auch noch eine Längsstreifung auf eine Zusammensetzung aus Fibrillen hin, welche indessen an Durchschnitten weit schärfer zu erkennen ist.

Auf Querschnitten sind die feinen Muskelblätter der Sagitten (Taf. X, Fig. 13) so angeordnet, dass sie senkrecht zur Körperoberfläche stehen und eines an das andere anschliessen, nur durch schmale helle Zwischenräume getrennt, in welche hie und da ein ovaler Kern (mk) eingeschaltet ist. In der Mitte eines jeden Muskelbandes sind die Blätter am höchsten und nehmen von da nach den Rändern, namentlich nach der Seitenlinie zu, an Höhe etwas ab; bei der Sagitta hexaptera aber werden sie so niedrig, dass sie endlich in eine einfache Lage von Muskelfibrillen übergehen, welche auf dem Querschnitt als Körner erscheinen. Die Fibrillen nehmen einen Theil des breiten Seitenfeldes ein und verlieren sich allmählich.

Bei starken Vergrösserungen (Taf. X, Fig. 13) untersucht zeigt sich jedes Muskelblatt aus zwei Lagen von Fibrillen zusammengesetzt, welche durch eine schmale Scheidewand, die von der Stützlamelle ausgeht und auf dem Querschnitt als helle Linie bemerkt wird, von einander getrennt werden. Die Fibrillen sind bandförmig abgeplattet und sitzen mit ihrer einen Kante an der Scheidewand fest, wie die Radien einer Vogelfeder an dem Schaft. Am freien Rande des Blattes gehen die Fibrillen der einen Seite in die der andern continuirlich über, während sie am andern Rand durch die an die subepidermale Stützlamelle befestigte Scheidewand getrennt bleiben. Dagegen schliessen hier die Fibrillen der Nachbarblätter ohne Grenze aneinander. In Folge dessen sind *die schmalen Zwischenräume zwischen den Muskelblättern, in welchen die schon erwähnten Kerne eingelagert sind, nur nach der Leibeshöhle zu geöffnet.*

Im Anschluss an den histologischen Befund sind zwei Fragen näher zu erörtern: 1) in welchen Zellen haben wir die Bildungszellen der Muskulatur zu suchen und 2) in welchem Verhältniss stehen die Muskelelemente der Chaetognathen zu denjenigen anderer Thiere. Bei Erörterung der ersten Frage wird es wohl auf keinen Widerspruch stossen, wenn wir *die zwischen den Blättern gelegenen Kerne als Muskelkörperchen in Anspruch nehmen*; dagegen kann discutirt werden, ob es die einzigen Bildungszellen der contractilen Substanz sind oder ob auch Epithelzellen der Leibeshöhle, die ja mit dem Rand der

Blätter auf das innigste verbunden sind, die gleiche Rolle spielen. Das letztere scheint mir das wahrscheinlichere zu sein. Denn erstens ist bei der Sagitta hexaptera (Taf. X, Fig. 11) die Anzahl der zwischen den Muskelblättern gelegenen Zellen eine ausnehmend geringe und zweitens fehlen letztere ganz an den Stellen, wo die Muskelstreifen an ihren Rändern sich abflachen und nur eine glatt ausgebreitete Faserschicht bilden. Hier sind die einzigen zelligen Elemente, welche für die Ausscheidung der contractilen Substanz verantwortlich gemacht werden können, die Epithelzellen der Leibeshöhle.

Was zweitens das Verhältniss anbetrifft, in welchem die Muskelelemente der Chaetognathen zu denjenigen anderer Thiere stehen, so ergeben sich an die Arthropoden und Wirbelthiere keine Anknüpfungspunkte, da etwas den Muskelprimitivbündeln derselben Entsprechendes hier nicht vorhanden ist. Anstatt in Bündeln sind die Muskelfibrillen in Blättern angeordnet. Das erinnert, wenn wir von andern Würmern absehen, an manche Vorkommnisse bei den Coelenteraten. Ich wüsste zwischen einem Muskelblatt einer Sagitta einerseits und einer Carmarina etc. andererseits nur unwesentliche Verschiedenheiten hervorzuheben, dass hier die Stützlamelle des Blattes deutlich entwickelt, dort sehr unscheinbar ist, dass hier die Interstitien zwischen den aneinander liegenden Blättern etwas breiter, dort schmäler sind. Wenn somit bei Chaetognathen und Coelenteraten vergleichbare Bildungen vorliegen, so werden wir sie uns auch in der gleichen Weise entstanden denken dürfen; wir werden annehmen, dass ursprünglich bei den Chaetognathen die Muskelfibrillen in einer dünnen Lamelle ausgebreitet waren, wie dies bei der Sagitta hexaptera noch an dem Seitenfelde der Fall ist, dass darauf die Lamelle stärker wachsend sich in Falten gelegt und Blätter hervorgerufen hat. Im Anschluss hieran lässt sich dann ferner noch ein wichtiges Verhältniss erörtern. Haben die Bildungszellen der Muskellamellen nach aussen nach der Epidermis oder nach innen nach der Leibeshöhle zu gelegen? Letzteres kann allein nach den vorliegenden Befunden angenommen werden. Wie bei den Coelenteraten die Thäler zwischen den Muskelblättern, je nachdem diese ektodermale oder entodermale Bildungen sind, sich nach aussen oder nach innen öffnen, so öffnen sich bei den Sagitten die Interstitien zwischen den Blättern nach der Leibeshöhle zu; die in den Interstitien beschriebenen

Muskelkörperchen können folglich nur auf der Innenseite der ursprünglichen Muskellamelle gelegen haben und wurden durch diese von Anfang an von der Epidermisschicht getrennt. Es ist dies ein neues Moment zu Gunsten der Ansicht, dass auch im Coelomepithel noch Myoblasten zu suchen seien.

Bei den meisten Chaetognathen kommen im Rumpf- und Schwanzsegment nur Längsmuskelzüge vor; dahingegen macht unter den von mir untersuchten Arten die Spadella cephaloptera eine Ausnahme, indem bei ihr auch transversale Muskelfibrillen auftreten (Taf. X Fig. 6 mt). Dieselben sind gleichfalls quergestreift und erzeugen eine dünne Schicht, welche einen jeden ventralen Muskelstreifen (mv) nach der Bauchhöhle zu bedeckt. Sie sind insofern beachtenswerth, als bei manchen Anneliden wie z. B. beim Polygordius [1]) ganz die gleiche Anordnung der Muskulatur wiederkehrt.

Von den Muskeln am Kopf der Chaetognathen, welche eine nicht unerhebliche Complication erreichen, ist es schwer sich eine vollkommene Vorstellung zu bilden. „Die Kleinheit derselben", bemerkt schon Krohn, (27. p. 7) „hat meine sorgsamsten Untersuchungen vereitelt, und wurden auch der Verlauf und die Insertionen einzelner erkannt, so war es mir andererseits nicht möglich über ihre Wirkung ins Klare zu kommen." Auch dadurch, dass ich Quer-, Sagittal- und Horizontalschnitte durch den Kopf hindurch legte, ist mir doch die Muskelvertheilung nicht nach allen Richtungen klar geworden.

Zunächst haben wir zu unterscheiden zwischen den Muskeln der Kappe und den Muskeln des eigentlichen Kopfes.

Die Kappe ist im Grossen und Ganzen arm an Muskeln. Um Vertheilung und Verlauf derselben zu sehen, verfährt man am besten so, dass man einen Kopf mit dem zunächst angrenzenden Rumpfstück dorsal der Länge nach spaltet und flach ausbreitet; dann entferne man durch Zupfen mit den Nadeln vorsichtig die Greifhaken und Stacheln mit der anhaftenden Muskelmasse und den Darmkanal, bis die Kopfkappe im Zusammenhang mit der Rumpfwand frei gelegt ist (Taf. XII Fig. 21). Man gewahrt dann, dass im ventralen schmalen Theil des Häutchens in querer Richtung quergestreifte Muskelfasern (m) verlaufen und

---

[1]) B. Hatschek, Studien über Entwickelungsgeschichte der Anneliden. Arbeiten des zoolog. Instituts zu Wien. Bd. I, Heft 3.

sich von hier nach dem Rücken des Kopfes in drei Zügen ausbreiten. Einige folgen dem freien Rand der Kappe, andere begleiten den vom Bauchganglion zum Kopf emporsteigenden Nervenstrang (n^1), welcher seinen Weg in der Kappe nimmt und sich schräg nach vorne zum Schlundganglion (g^2) begiebt; andere endlich strahlen schräg von unten nach oben nach den Augen (au) zu aus. Alle diese dünnen Muskelzüge müssen, wenn sie sich contrahiren, die Kappe über den Greifapparat herüberziehen und ihn an die Kopfwand anpressen. Sie stellen daher eine Art Sphincter oder Herabzieher dar. Antagonistisch zu ihnen wirkende Fasern sind nicht vorhanden und können fehlen, da die Greifhaken, wenn sie sich aufrichten, von selbst die bedeckende Membran nach hinten und oben zurückstreifen müssen.

Ich benutze zugleich diese Gelegenheit um über den Bau der Kopfkappe, mit deren Ansatzstellen wir schon früher bekannt geworden sind, einige Bemerkungen einzuschalten. Die Kappe ist durch eine vollständige Faltenbildung der gesammten Kopfwandung, da wo diese in den Rumpf übergeht, entstanden; daher besteht sie auch, wie schon Krohn beschrieben hat, aus zwei Blättern, die am Ursprung eine kleine Strecke weit getrennt bleiben, dann untereinander verschmolzen sind. Auf beiden Seiten ist sie mit grossen polygonalen Ektodermzellen bedeckt, dieselben liegen einer dünnen mesodermalen Schicht auf, welche die Muskelfibrillen enthält und vom Mesoderm des Kopfes abstammt. An der Stelle, wo die Kappe lateral an der Grenze von Kopf und Rumpf festsitzt (Taf. X Fig. 7 kk), ist sie an ihrem Ursprung verdickt, und es hat sich zur Stütze Gallerte (w) in ihr in ähnlicher Weise wie in der Basis der Seitenflossen entwickelt. Die Gallerte bietet auf einem Horizontalschnitt die Form eines Keiles dar, welcher mit breiter Basis seitlich an der Rumpfwand befestigt ist und nach aussen allmählich in eine Schneide ausläuft.

Im Ektoderm der Kappe sind einige wichtige Organe eingebettet: 1) die vom Bauchganglion zum Schlundganglion emporsteigenden Verbindungsstämme (Taf. X Fig. 7 n^1, Taf. XII Fig. 21 n^1) und 2) die Augen mit den Sehnerven (Taf. X Fig. 2 au). Ausserdem ist die Spadella cephaloptera noch mit einer eigenthümlichen Bildung versehen, welche bei keiner andern Art beobachtet worden ist (Taf. IX Fig. 6 te). Etwa im Querdurchmesser der Augen entspringt auf jeder Seite von der Kopfkappe ein tentakelartiger kurzer Fortsatz, der etwas nach vorn gebogen ist und mit einer keulenartigen Anschwellung endet. Dem Beobach-

ter fällt er sofort auf, da er mit braunpigmentirten Zellen erfüllt ist. Anatomisch ist der Fortsatz nichts anderes als ein Auswuchs der Kopfkappe, von welchem mir nicht mehr erinnerlich ist, ob er contractil ist. Busch (5. p. 96), welcher ihn zuerst beschreibt, nennt ihn einen Tentakel, der eingeschlagen und ausgestreckt werden könne. Pagenstecher hat wohl dasselbe Organ bei der Sagitta gallica gesehen (42. p. 309), wennschon er von ihm eine abweichende Beschreibung entwirft. Auf dem Dorsum des Kopfes liege nach aussen und nach vorn von den Augen jederseits eingebettet in die Haut ein kleiner Schlauch, dessen Wandungen mit braunen Pigmentmolecülen gefärbt seien. Er vermuthet, dass die Schläuche mit einer feinen Oeffnung nach Aussen münden, und lässt es unentschieden, ob sie Geruchsorgane oder Drüsen, ähnlich den Halsdrüsen der Nematoden, seien. Mir scheinen die beiden Fortsätze überhaupt keine grössere Bedeutung zu besitzen. Denn auch Tastorgane, woran man noch am ehesten denken könnte, können es nicht sein, da an ihrer Spitze spindliche Sinneszellen fehlen.

Hiermit beschliesse ich den Excurs über die Kopfkappe, welche von allen älteren Forschern allein Krohn (27. p. 6) genauer gewürdigt hat. Wilms (49. p. 10) fertigt sie mit den kurzen Worten ab: Tenera membrana retractilis tamquam vagina superiorem lateralesque superficies capitis et aculeos ipsos circumvelat. Manche Forscher erwähnen dieselbe gar nicht, obwohl sie eine für alle Sagitten charakteristische Bildung ist.

Zu den eigentlichen Kopfmuskeln übergehend, sondere ich dieselben in vier Gruppen, 1) in die dorsalen Längsmuskeln, 2) in die seitlichen zur Bewegung der Greifhaken bestimmten Muskelmassen, 3) in den ventralen Quermuskel und 4) in die kleinen Muskelchen, welche den Vordertheil des Kopfes ausfüllend an den Reihen der Zähnchen inseriren.

1. Wenn man den Rücken des Kopfes mit dem oberen Schlundganglion und den Augen frei präparirt (Taf. XII Fig. 21), so sieht man, dass die dorsalen Muskelstreifen des Rumpfes (md) an der Kopfgrenze nicht enden, sondern sich zum Theil noch weiter nach vorn fortsetzen. Die auf den Kopf übertretenden Fibrillen convergiren nach innen und bilden zwei schmale Bündel, welche dicht aneinander gepresst in der Mittellinie bis zum Schlundganglion reichen und unter ihm zugespitzt enden; wie auf jedem Querschnitt zu erkennen (Taf. X Fig. 2 u. 3 md), schieben sie sich zwischen Ektoderm und obere Wand des Kopfdarms ein. In ihrem

schmalen Bereiche allein liegt die dorsale Kopfwand frei zu Tage. Links und rechts von ihnen dehnt sich schon die Insertion der Kappe (kk) bis nach vorn aus und verhüllt die seitlichen Kopforgane.

2. Die Muskeln der Greifhaken (Taf. X Fig. 2, 3, 7) sind die ansehnlichsten im Kopf und verursachen auf jeder Seite zwei mächtige, lateral gelegene Wülste, welche die Kopfhöhle (c^1) fast vollständig ausfüllen und vom Vorderdarm nur durch einen schmalen Spalt getrennt sind. Wenn sie contrahirt sind, springen sie nach aussen seitlich hervor und bedingen eine nicht unerhebliche Verbreiterung und eine entsprechende Verkürzung des Kopfes. Sie bestehen aus feinen quergestreiften Muskelfibrillen, zwischen welchen zahlreiche Kerne in Streifen zusammengedrängt sind. Einerseits haften die Fibrillen an der dorsalen (x^2), andererseits an der ventralen Kopfplatte (x^3) fest, welche in ihrer Lage schon früher beschrieben worden sind und zwischen welchen die Greifhaken (v) ihren Ansatz am Kopfe finden. Indem sie den Zwischenraum zwischen beiden Platten ausfüllen, sind sie in einige Bündel gesondert, deren Verlauf, wie Krohn mit Recht bemerkt, schwer zu entwirren ist. Der Haupttheil der Muskelfibrillen scheint sich mir direct von der einen zur anderen Platte zu begeben. Durch einen Spaltraum von ihm getrennt (Taf. X Fig. 3 u. 7) verläuft in schräger Richtung zu ihm ein kleinerer Faserzug, der von der dorsalen Platte entspringt und an den Basen der Greifhaken endet. Ueber die Wirkung dieser Theile scheint es mir schwer aus den Quer- und Flächenschnitten eine richtige Anschauung zu erhalten. Ein Theil der Fasern wird das Aufrichten, ein anderer das Einschlagen der Greifhaken bewirken, wobei mir Verstellungen der beiden Platten eine Rolle zu spielen scheinen.

3. Ventralwärts sind die seitlichen Muskelmassen der Greifhaken unter einander verbunden durch einen starken Quermuskel, der in kurzer Entfernung hinter dem Mundspalt liegt und den Kopfdarm von unten her umgiebt (Taf. X Fig. 3, Taf. IX Fig. 17). Seine Aufgabe wird sein, den Eingang zum Kopfdarm zu verengern.

4. Das vordere Ende des Kopfes (Taf. X Fig 1 u. 5) wird von einer Anzahl kleinerer Bündel ausgefüllt, die theils dorsal, theils ventral von den Kopfwandungen ausgehen und von hinten nach vorn verlaufen. Da sie wenig gesondert, weil nicht durch Bindegewebe von einander getrennt sind, ist es mir nicht möglich, sie einzeln für sich zu beschreiben. Sie dienen zum

Heben und Senken der zwei Paar Stachelreihen (z), indem sie sich an die ihnen zum Stützpunkt dienenden Schienen (x^1) ansetzen. Zwischen und nach einwärts von den Muskelchen liegen die Ganglien (g^3), von welchen die zahlreichen Aeste zu den verschiedenen Muskelgruppen abgegeben werden.

5. Der Darmkanal mit seinen Mesenterien.

Den einfach gebauten Nahrungsschlauch der Chaetognathen können wir in Kopf- und Rumpfdarm eintheilen. Der erstere beginnt mit der spaltförmigen Mundöffnung, welche weit vorn und an der unteren Seite des Kopfes in longitudinaler Richtung angebracht ist (Taf. IX Fig. 17 o), und stellt einen in querer Richtung zusammengedrückten Schlauch dar, welcher (Taf. X Fig. 1—3) oben und unten mit den Wandungen des Kopfes verwachsen ist und die enge Kopfhöhle vollständig in einen linken und rechten Spaltraum (c^1) zerlegt. Er wird ausgekleidet von einer Schicht hoher cylindrischer Zellen, die mit glänzenden kleinen Körnern dicht erfüllt sind und den Kern unmittelbar an ihrer Basis bergen. Auf die Stützlamelle folgt nach aussen ein besonderes muskulöses Darmfaserblatt (Taf. X Fig. 7 df). Die in einer einfachen Schicht angeordneten Muskelfibrillen (mi) verlaufen dorsoventral und dienen demnach zur Verengerung des Mundrohres.

Der Rumpfdarm verengert sich bei seinem Durchtritt durch das vordere Querseptum (Taf. X Fig 7 st), erweitert sich dann rasch wieder und verläuft in völlig gerader Richtung durch die Rumpfhöhle hindurch (Taf. IX Fig. 3, 4, 6 d). Wenn wir von zwei seitlichen Ausstülpungen absehen, die bei der Spadella cephaloptera an seinem Anfangstheil unmittelbar hinter dem Querseptum entwickelt sind (Taf. IX Fig. 6), so fehlen ihm bei den Chaetognathen Anhangsorgane und drüsige Bildungen jeder Art. Der Rumpfdarm ist ebenfalls im Querdurchmesser zusammengedrückt, (Taf. X Fig. 6, 8, 9) und theilt, da er dorsal und ventral durch ein kurzes Mesenterium (ld u. lv) an den Leibeswandungen befestigt ist, die Rumpfhöhle wie eine Scheidewand in eine linke und rechte Abtheilung. An dem hinteren Querseptum angekommen (Taf. IX Fig. 4 st), biegt der Darm rechtwinklig um und verengert sich trichterförmig, um durch den kleinen ventral gelegenen After (af) auszumünden. Derselbe nimmt die Mitte eines rhombischen, muskelfreien Feldes ein, das dadurch entsteht, dass vor dem After die ventralen Muskelzüge auseinander weichen und in einiger Entfernung hinter ihm wieder in der Mittellinie zusammenrücken.

Das Darmepithel (Taf. X Fig. 6 und 8) ist einschichtig und mit zarten Flimmern bedeckt, welchen allein, da eine Muskulatur im Darmfaserblatt fehlt, die Fortbewegung der Nahrungsstoffe obliegt. Die grossen Epithelzellen sind je nach den Arten entweder cylindrisch oder cubisch mit basal gelegenem Kern; einige haben einen homogenen protoplasmatischen Inhalt, andere sind mit grossen glänzenden Körnern erfüllt in derselben Weise wie die Drüsenzellen im Entoderm der Actinien (Tafel XII Figur 16). Durch Aufquellen der Körner wird wohl ein schleimiges Secret geliefert werden, welches bei der Verdauung eine Rolle spielen mag. Die Körnerzellen sind grösser wie die übrigen, von welchen sie kranzartig eingeschlossen werden.

Nach Aussen folgt auf die Epithelzellen das Darmfaserblatt (Taf. XII Fig. 15, 16, 22 df), welches aus einer einfachen Schicht parallel angeordneter feiner Stützfasern besteht, die von einem Mesenterium zum andern in dorsoventraler Richtung verlaufen. Hie und da treten an ihrer Innenseite die Kerne ihrer Bildungszellen hervor (Taf. X Fig. 6, Taf. XII Fig. 15 df), welche wahrscheinlich eine zusammenhängende Endothellage nach der Rumpfhöhle zu erzeugen. Festgestellt konnte dieser Punkt nicht werden, da am Meere Silberpräparate zur Demonstrirung der Zellgrenzen von mir nicht angefertigt worden sind.

Die Faserschicht des Darmkanals geht in das dorsale und das ventrale Mesenterium über, welche bei Sagitta hexaptera am besten entwickelt sind. Das erstere stellt eine dünne Lamelle (Taf. XII Fig. 15) dar, gebildet aus zahlreichen parallelen und vom Darm nach der Leibeswand zu ausgespannten feinen Stützfasern. Viele abgeplattete Zellen, kenntlich an ihren Kernen, bedecken die Oberfläche der Fasern und sind namentlich in der Nähe des Darms und der Leibeswand in einem Streifen dichter zusammengehäuft. Hie und da zeigt das Mesenterium, wo es sich an die dorsale Rumpfwand ansetzt, grössere und kleinere ovale Lücken, die durch Rarefication des Gewebes in ähnlicher Weise entstanden sind, wie die Löcher im Netz der Wirbelthiere.

Vor dem dorsalen Mesenterium zeichnet sich das ventrale (Taf. XII Fig. 22) dadurch aus, dass es noch stärkere Faserzüge enthält, die in geringen Entfernungen von einander Darm und Rumpfwand verbinden und dass sich zwischen diesen häufiger grössere Fenster entwickelt haben. Dadurch kann es stellenweise den Eindruck einer Lamelle ganz verlieren, wie denn auch Krohn und Wilms den Darmkanal nur dorsal durch ein einfaches Band,

ventral durch zahlreiche dünne, fibröse, meist ästige Stränge befestigt sein lassen.

Literatur. Von dem Verlauf und der Befestigung des Darmkanals geben Krohn, Wilms und spätere Forscher eine richtige Beschreibung, wenn wir von ihren histologischen Angaben absehen. Dagegen habe ich Angaben von Souleyet, von Leuckart und Pagenstecher nicht bestätigen können. Souleyet bemerkt, dass im unteren Mesenterium ein Gefäss verlaufe, von dem er weder den Anfang noch das Ende habe auffinden können und über dessen Natur er selbst noch einige Zweifel hege (10. p. 650). Leuckart und Pagenstecher (34. p. 596 u. 42. p. 309) sprechen den Sagitten eine eigentliche Leibeshöhle ab, weil ihr Darm nicht bloss durch die Mesenterien, sondern ausserdem überall durch glatte, zu einem wahren Netze zusammentretende Stränge wie bei den Nematoden befestigt sei. Von solchen ist nun aber am lebenden Thiere und auf Querschnitten nichts zu bemerken. Was Leuckart und Pagenstecher als Netz von Strängen bezeichnen, ist weiter nichts, als der beim abgetödteten Thiere geronnene Inhalt der Rumpfhöhle.

6. Die Geschlechtsorgane.

a. Die Eierstöcke.

Bei geschlechtsreifen Thieren werden die beiden Höhlen des Rumpfsegments in ihrem hintern Abschnitt fast vollständig von den zwei Ovarien ausgefüllt, welche links und rechts vom Darmkanal gelegen von der hinteren Querscheidewand nach vorn bis zum Bauchganglion oder noch über dasselbe hinaus bis zum Kopfe heranreichen. Es sind mehr oder minder cylindrische Körper (Taf. IX Fig. 3, 4, 6e), ziemlich frei beweglich und nur seitlich an der Rumpfwand in ihrer ganzen Länge durch ein dünnes kurzes Mesenterium (Taf. XII Fig. 13 e) befestigt, welches seinen Ansatzpunkt da findet, wo das ventrale Muskelband (mv) an das Seitenfeld anstösst. Nach hinten, wo das Ovarium bis zur Querscheidewand heranreicht, dehnt sich das Mesenterium auch auf diese noch eine Strecke weit aus.

An jedem cylindrischen Körper sind schon bei Untersuchung des lebenden Thieres zwei Theile zu unterscheiden, 1) ein ziemlich enger Kanal, der Oviduct, und 2) der Eischlauch oder das Ovarium im engeren Sinne.

Der Oviduct (Taf. IX Fig. 3, 4, 6el) dehnt sich an der

äussern Seite des Ovarium in seiner ganzen Länge aus und grenzt, wie Querschnitte (Taf. XII Fig. 13 el) lehren, unmittelbar an die Ansatzlinie des etwas ventral liegenden Mesenterium (le) an, ist daher am besten bei Betrachtung des Thieres von der Bauchfläche aus zu sehen. Seine Weite schwankt bei den einzelnen Arten. Während der Kanal bei Sagitta bipunctata (Taf. XII Fig. 13 el) und Spadella cephaloptera eng ist, dehnt er sich bei grossen Exemplaren von Sagitta hexaptera so aus, dass er die halbe Peripherie des Eierstocks als ein schmaler Spalt umfasst. Der Oviduct endet nach dem Kopfe des Thieres zu blind, öffnet sich dagegen am Ende des Rumpfes nach aussen und zwar in der Weise, dass er nahe seiner Ausmündung nach dem Rücken des Thieres etwas hinaufsteigt und bis nahe an die Querscheidewand (st) des Schwanzsegmentes heranreicht, um dann ziemlich scharf, fast rechtwinklig, nach Aussen umzubiegen und die Leibeswand unmittelbar oberhalb der Insertion der Seitenflosse zu durchbohren. (Taf. IX Fig. 3, 4 und 6 el.) Er bedingt hier einen kleinen papillenartigen Vorsprung, auf dessen Höhe das enge Ostium wahrgenommen wird.

Der Oviduct, der von dem umgebenden Parenchym des Eierstocks scharf abgegrenzt ist, wird von cubischen, körnerhaltigen und daher trüben Epithelzellen ausgekleidet. Nahe der Ausmündung und auf der Papille werden die Zellen mehr cylindrisch und nahm ich hier bei Spadella cephaloptera einzelne kurze Borsten wahr, was mir auf die Anwesenheit von Sinneszellen in der Umgebung des Orificium externum hinzuweisen scheint.

Der Inhalt des Oviducts war bei den einzelnen Individuen ein verschiedener; bei manchen war er mit einer trübkörnigen Masse, bei anderen wieder mit Spermatozoen vollgepfropft, die ich in lebhafter Bewegung sah.

Das Ovarium besteht aus dem Keimlager, den reifenden und reifen Eiern und einer Umhüllungshaut. (Taf. XII Fig. 13.) Das Keimlager (ek) umgibt die mediale Seite des Oviducts und dehnt sich von hier eine Strecke weit nach oben und unten an der äusseren Seite des Ovarium aus. In eine körnige Substanz, in welcher an Querschnitten keine Zellcontouren erkannt werden konnten, sind ovale Kerne in regelmässiger Weise eingeschlossen und in zwei Reihen angeordnet, welche an den lateralen Grenzen des Keimlagers in einander umbiegen. Dadurch gewinnt das letztere auf dem Querschnitt die Form einer Mondsichel, in deren Mitte auf der convexen Seite der Oviduct liegt. Die

Concavität der Sichel umfasst die reifenden Eier, von denen sich die kleinsten in der Mitte, die etwas grösseren nach den Rändern zu befinden; den übrigen umfangreicheren Theil des cylindrischen Ovariums nehmen die der Reife nahe stehenden Eier ein. Sie bergen ein grosses Keimbläschen, in dessen geronnenem Inhalt bei Carminfärbung eine grössere Anzahl sehr kleiner Nucleoli deutlich wird; sie werden ferner umgeben von einer ziemlich dicken Membran, auf deren Aussenseite hie und da eine abgeplattete Follikelzelle, kenntlich an ihrem Kern, auf dem Schnitt getroffen wird. An prall gefüllten Ovarien sind die der Reife nahen Eier in einer longitudinalen Reihe wie Stücke einer Geldrolle aneinander gepresst und an den Berührungsflächen abgeplattet.

Alle einzelnen bisher beschriebenen Theile, Oviduct, Keimlager, unreife und reifende Eier, werden gemeinsam von einer dünnen Membran (em) umhüllt, welche in das Mesenterium (le) übergeht. Die Membran wird von abgeplatteten Zellen gebildet, deren Kerne man als Verdickungen in ihr wahrnimmt. Sie haftet der äusseren Seite des Oviducts und des Keimlagers als ein endothelartiger Ueberzug fest an, dagegen ist sie von den reifenden Eiern abgehoben und je nach dem Füllungszustand des Ovariums von ihnen durch einen engeren oder weiteren Spalt getrennt. Am deutlichsten ist sie zu sehen, wenn der reife Inhalt, wie zuweilen beobachtet werden kann, entleert ist, so das sie dann in Falten gelegt einen mit Flüssigkeit erfüllten Raum umschliesst, an dessen äusserer Seite sich das Keimlager hinzieht.

Es lässt sich hier die Frage aufwerfen, in welcher Weise die reifen Geschlechtsproducte entleert werden. In das nach dem Kopf gelegene, vordere Ende des Oviducts, welches blind geschlossen ist, können sie nicht eintreten; aber auch an anderen Stellen konnte ich zwischen dem Kanal und dem Hohlraum des Eischlauchs keine Communication entdecken weder am lebenden Thier noch an Querschnittsserien. Einen sicheren Aufschluss wird man wohl nur erhalten können durch Beobachtung der Eiablage am lebenden Thier; einstweilen aber glaube ich annehmen zu dürfen, dass die reifen Eier in den Kanal nahe an seiner Ausmündung gelangen, indem sie vielleicht durch das trennende Keimlager hindurch gepresst werden. Der Umstand, dass ich wohl im Oviduct, nie aber im Eierschlauch Spermatozoen bemerkt habe, scheint mir auch dafür zu sprechen, dass normaler Weise keine besondere Oeffnung zwischen beiden existirt. Ist meine Deutung richtig, so würde nur das hintere Ende des Oviducts zur Aus-

führung der Eier dienen und gleichzeitig den Ort abgeben, wo die Befruchtung erfolgt, dagegen würde der grössere blind geschlossene Theil des Oviducts als eine Art Samentasche functioniren, wie der oft in ihr vorgefundene Inhalt lebender Spermatozoen beweist.

Literatur. Die Eierstöcke der Sagitten wurden bereits von Slabber (46 p. 24) und von Quoy und Gaimard (43 p. 349) gesehen, aber genauer erst durch Krohn (27 p. 9) beschrieben, welcher auch das kurze Mesenterium erwähnt. Den von Krohn übersehenen Oviduct fand Wilms (49 p. 12) auf und gab von seinem Verlauf eine richtige Darstellung. Den Wilms'schen Kanal bestätigte alsbald Krohn (29 p. 269) und da er ihn häufig mit Spermatozoen erfüllt fand, deutete er ihn als Samentasche; merkwürdiger Weise aber gibt er zugleich an, die Ausmündung der Samentasche nicht haben finden zu können. Das dorsal gelegene Endstück des Oviducts nämlich fasste er als einen besonderen Kanal, und zwar als die Ausmündung des Eierschlauchs auf und vermuthete er eine Communication desselben mit der Samentasche. Busch (5 p. 97) und Busk (6 p. 21) machten ähnliche Beobachtungen. Im Jahre 1858 haben Leuckart und Pagenstecher (34 p. 598) die Ovarien der Sagitten wieder genauer beschrieben und den ganzen Kanal als Samentasche bezeichnet und hierbei bemerkt, „dass ein Ausgang für die Eier kaum existire, indem der untere Rand des Eierstocks hart an der Austrittsöffnung anliege". Auch Keferstein (23 p. 129) beobachtete Samenfäden im Kanal, er ist geneigt ihn in ganzer Ausdehnung für einen Oviduct zu halten, indem er annimmt, dass vorn noch eine Mündung nach Innen vorhanden sei, was ich indessen bestimmt in Abrede stellen muss.

b. Die Hoden.

Bei der Beschreibung der männlichen Geschlechtsorgane der Chaetognathen haben wir dreierlei Bildungen zu unterscheiden: 1) das samenbereitende Keimlager, 2) die von demselben sich ablösenden Geschlechtsproducte, welche in den zwei Fächern des Schwanzsegmentes angehäuft sich weiter entwickeln und reifen, und 3) die Ausführwege.

Das Keimlager (Taf. IX Fig. 3, 4, 6 ho) erscheint im vordersten Theile des Schwanzsegmentes als ein Wulst, der über dem ventralen Muskelband jederseits in der Seitenlinie verläuft und auf dem Querschnitt (Taf. X Fig. 4 und Fig. 13 ho) halb-

kuglig in die Schwanzhöhle vorspringt. Es besteht aus einer Masse kleiner Zellen mit relativ grossen Kernen, die oberflächlich von einem dünnen Häutchen stark abgeplatteter Epithelzellen überzogen werden. Nach vorn stösst es an das Querseptum (Taf. IX Fig. 3, 4, 6 st) an und dehnt sich hier dorsalwärts ansteigend an seiner hinteren Wand eine Strecke weit aus, entsprechend der Stelle, wo sich das Ovarium an der vorderen Fläche mit seinem Mesenterium ansetzt.

Von dem Keimlager lösen sich zu Gruppen verbunden die noch unreifen Bildungszellen der Spermatozoen zeitweise ab und gerathen in das linke oder rechte Fach des Schwanzsegmentes (c^3), welches bei älteren Thieren ganz dicht von unreifer und reifer Hodenmasse angefüllt ist, ähnlich wie die Hodensäckchen der Hirudineen und Lumbricinen. Da trifft man bald kuglige bald ovale Haufen kleiner Bildungszellen, Zellenhaufen, an denen die Spermatozoenfäden sich zu differenziren beginnen, Bündel von Fäden mit zahlreichen kleinen Kernen an ihrem einen Ende, reifes Sperma. Die ganze Masse ist beständig in einer gleichmässig circulirenden Bewegung begriffen, indem sie an der äusseren Wand nach vorn, an der innern in entgegengesetzter Richtung nach rückwärts gleitet. Hervorgerufen aber wird die Bewegung durch feine Flimmern, welche hie und da dem die Schwanzhöhle auskleidenden einschichtigen Epithel aufsitzen.

Die reifen Spermatozoen, deren Histogenese ich nicht näher untersucht habe, sind lange feine Fäden. Bei den gewöhnlichen Sagittenarten sind dieselben homogen, bei der Spadella cephaloptera dagegen sahen sie quergestreift aus, als ob sie aus quadratischen Stückchen zweier das Licht verschieden brechender Substanzen zusammengesetzt seien (Taf. XII Fig. 18). Ein Bündel von reifen Spermatozoenfäden hätte man versucht sein können für eine quergestreifte Muskelfaser zu halten.

Die Ausführwege für die Spermatozoen liegen im hinteren Ende des Schwanzsegmentes (Taf. IX Fig. 3, 4, 6 sg). In dem Seitenfeld verläuft hier jederseits ein kurzer Kanal (sg), der wegen seines engen Lumens nur bei günstiger Lage des lebenden Objectes und mit Hülfe starker Vergrösserung zu erkennen ist (Taf. XII Fig. 17 sg). Er besitzt an seinem vorderen Ende eine kleine trichterförmig vertiefte und flimmernde Mündung, an welcher man häufig eine Anzahl reifer schlängelnder Spermatozoen (sp) zusammengedrängt findet. Auch durch das enge

und mit Flimmerepithel ausgekleidete Vas deferens selbst sah ich zuweilen sich Spermatozoen hindurchwinden. Der Kanal durchbohrt nach rückwärts die Körperwand und öffnet sich in eine Samenblase (sb), welche zur Ansammlung und Aufbewahrung der reifen Spermatozoen dient. Die Samenblase bedingt bei geschlechtsreifen Thieren im hintersten Drittel des Schwanzsegmentes auf jeder Seite einen relativ ansehnlichen Vorsprung, welcher mit Spermatozoen erfüllt schwarzbraun erscheint und schon ohne Vergrösserung als brauner Punkt erkannt werden kann. Die Form der Samenblase ist bei den einzelnen Arten etwas verschieden, doch mehr oder minder länglich oval. In ihrem vorderen Drittel zeigt sie eine nach vorn gerichtete Ausmündung, welche von einem feincylindrischen Epithel umgeben ist. Meist ist die Samenblase von Spermatozoen, die durch braune Körnchen unter einander verklebt sind, prall gefüllt.

Literatur. Den Inhalt des Schwanzsegmentes der Chaetognathen hat Darwin (9 p. 3 und 4) einer genaueren Untersuchung unterworfen. In einer Flüssigkeit beobachtete er kleine Körnchen, die in einer regelmässigen Circulation, welche der Circulation der Chara verglichen wird, begriffen waren. Ueber die Bedeutung der Körnchen entwickelte er die eigenthümliche Ansicht, dass die im Schwanz gebildete Masse in die nach vorn gelegenen Ovarien übertreten und sich allmählich in Eier umwandeln solle. Die Entdeckung, dass die Sagitten Zwitter sind, rührt von Krohn (27 p. 9) her. Er bezeichnete die zwei Hohlräume im Schwanz als die Samenfächer und bemerkte, dass bei den Sagitten die Hoden nicht nach dem Schema einer Drüse gebaut sind. Ebenso Wilms, der die Entwicklung der Spermatozoen genauer verfolgt hat (49 p. 13), Busch (5 p. 97), Busk (6 p. 22) und Souleyet (10 p. 651). Leuckart und Pagenstecher (34 p. 597) gaben darauf richtig an, dass bei jungen Thieren die Hoden einfache in der Wand durch Proliferation sich vermehrende Zellenhaufen seien, nahmen aber fälschlich an, dass dies bei den Erwachsenen nicht mehr der Fall sei, weil die Zellen der Haufen nach einiger Zeit frei werden und in den Hohlraum des Schwanzes hineinfallen sollen.

Von dem Ausführungsapparat gibt die genaueste Darstellung Krohn, welcher schon das enge flimmernde Vas deferens in der Seitenlinie richtig beobachtet hat.

III. Das System der Chaetognathen. (Leuckart.)

Synonyma. 1) Oesthelminthes. (Gegenbaur.)
2) Pterhelminthes. (Harting.)

Ausser den Werken von D'Orbigny und Krohn, von welchen der eine drei, der andere vier Species beschrieben hat, besitzen wir nur eine Anzahl anatomischer Schilderungen, die sich immer auf eine einzelne Art beziehen. Einheitlich ist das System der Chaetognathen bisher noch nicht behandelt worden. Hieraus erklärt es sich, dass dieselben Arten unter mehreren Namen und verschiedene Arten unter demselben Namen in der Literatur aufgeführt werden oder dass Arten, die zu entwickelungsgeschichtlichen Untersuchungen gedient haben, überhaupt nicht näher benannt worden sind, wie z. B. in der Arbeit von Kowalevsky und von Bütschli. Denn bei der Zerstreutheit der Literatur ist die Bestimmung der Arten mit Schwierigkeiten verknüpft, welche noch dadurch erhöht werden, dass mehrere Chaetognathen, wie schon Krohn bemerkt hat, im Habitus nahezu mit einander übereinstimmen.

Die Anzahl der Species ist eine weit grössere, als man wohl allgemein annimmt. Habe ich doch in Messina in der kurzen Zeit von zwei Monaten 5 wohl charakterisirte Chaetognathen, welche bis auf eine häufig waren, zu beobachten Gelegenheit gehabt. Voraussichtlich werden wir in den nächsten Jahren noch mit mancher neuen Form bekannt werden, wenn bei Durchforschung der aussereuropäischen Meere auch der kleinen Gruppe der Sagitten mehr Aufmerksamkeit geschenkt wird.

Im Grossen und Ganzen sind die Chaetognathen sehr einförmig organisirt und weichen sowohl in ihrem inneren Bau als auch in ihrer äusseren Erscheinung nur wenig von einander ab. Was die systematische Verwerthbarkeit der einzelnen Organe betrifft, so kommen vor allen Dingen die Flossen bei jeder Speciesdiagnose in Betracht, ihre Anzahl, Grösse, Form und ihre Entfernung von einander. Nach ihrer Beschaffenheit scheint es mir zweckmässig,

die einzelnen Arten der Chaetognathen auf zwei Gattungen zu vertheilen. Die eine Gattung, welcher ich den alten Namen Sagitta belasse, ist dadurch ausgezeichnet, dass ausser den Schwanzflossen, welche allen zukommt, noch zwei Paar deutlich von einander abgesetzte Seitenflossen entwickelt sind; die andere Gattung, für welche ich den von Langerhans (50 p. 136) eingeführten Namen Spadella adoptire, besitzt nur ein Paar Seitenflossen, die hauptsächlich vom Schwanzsegment entspringen und eine Strecke weit auch auf das Rumpfsegment übergreifen.

Andere zur Speciesunterscheidung wichtige Merkmale bietet die Form und Zahl der Greifhaken und der Stacheln dar. Besonders abweichend beschaffen sind dieselben bei der Sagitta serratodentata, S. tricuspidata und der Spadella hamata. Ferner hat man zu achten auf die Anordnung und Zahl der Tastorgane, auf die Form und Grösse des Geruchsorgans und der Samenblasen, auf die histologische Zusammensetzung der Epidermis, wie denn z. B. die blasigen Epidermiszellen für Spadella draco (Taf. IX Fig. 3, Taf. XII Fig. 10) und die Klebzellen für Spadella cephaloptera (Taf. IX Fig. 6, Taf. X Fig. 12—15) diagnostisch wichtig sind. Endlich spielt noch das relative Grössenverhältniss von Rumpf- und Schwanzsegment, sowie überhaupt die Körpergrösse bei der Speciesdiagnose eine Rolle. Rumpf- und Schwanzsegment stehen bei den einzelnen Arten in sehr verschiedenem Grössenverhältniss zu einander. Bei Spadella draco und Sp. cephaloptera z. B. sind beide ziemlich gleich gross (Taf. IX Fig. 3 u. 6); dagegen beträgt das Schwanzsegment bei Sagitta serrato-dentata und bipunctata (Taf. IX Fig. 1 u. 2) etc. nur $^1/_3$ des Rumpfs und bei Sagitta hexaptera (Taf. IX Fig. 4) noch viel weniger als $^1/_3$. An der Körpergrösse lassen sich manche Arten, die in der Zahl und Form der Flossen und überhaupt im ganzen Habitus einander sehr ähnlich sind, sofort unterscheiden, wie z. B. Sagitta bipunctata und S. hexaptera; während die erstere nur $1^1/_2$ Cm. gross wird, erreicht die andere die stattliche Länge von 7 Cm.

Folgende Arten von Chaetognathen, welche sich auf die beiden Gattungen Sagitta und Spadella vertheilen, sind bis jetzt bekannt und zum grössten Theil von mir selbst beobachtet worden:

I. Die Gattung Sagitta (Slabber).

Chaetognathen mit einer Schwanzflosse und zwei Paar deutlich von einander getrennten Seitenflossen.

a) Grössere Arten von 3—7 Cm. Länge.

1. Sagitta hexaptera (D'Orbigny). Taf. IX Fig. 4.

Synonyma. S. bipunctata (Krohn).

Literatur. 1) D'Orbigny (41). S. hexaptera. 1835—1843.
2) Darwin (9). S. hexaptera. 1844.
3) Krohn (27). S. bipunctata. 1844.
4) Krohn (29). S. bipunctata. 1853.
5) Gegenbaur (15). S. bipunctata. 1856.
6) Busk (6). S. bipunctata. 1856.
7) Möbius (38). S. bipunctata. 1874. Möbius erklärt Sagitta bipunctata (Quoy u. Gaimard) u. Sagitta bipunctata (Krohn) für dieselben Arten.
8) Langerhans (50). S. bipunctata. 1880.

Unter allen bekannten Arten ist die grösste die Sagitta hexaptera (Taf. IX Fig. 4), da sie bis zur ansehnlichen Länge von 6—7 Cm. heranwächst. Ihr Körper ist cylindrisch; hinter dem kurzen, breiten Kopf etwas eingeschnürt verbreitert er sich ein wenig nach rückwärts und erreicht den grössten Querdurchmesser im Bereich der vorderen Seitenflossen (f^1), um sich von da allmählich wieder zu verjüngen und zugespitzt zu enden. Die verhältnissmässig dünnen Wandungen umschliessen eine geräumige Leibeshöhle. Die dorsalen und ventralen Längsmuskelzüge sind von einander getrennt durch ein breites Seitenfeld, das theils ganz muskelfrei, theils nur mit einer dünnen Schicht Fibrillen bedeckt ist. Rumpf und Schwanzsegment sind von sehr ungleicher Grösse, indem das letztere nur $^1/_4$ so lang als das erstere ist. Die Flossen sind im Verhältniss zur Körpergrösse klein und durch breite Zwischenräume von einander getrennt. Die vorderen Seitenflossen (f^1) beginnen in einiger Entfernung hinter dem Bauchganglion (g^1), nehmen die Mitte des Rumpfsegments ein und sind sehr schmal, die hinteren Seitenflossen (f^2) sind breiter und begrenzen das Ende des Rumpfsegments und den Anfang des Schwanzsegments. Sie besitzen die Form eines Dreiecks, dessen einer Winkel auf der Höhe der Oeffnung des Oviducts liegt. Die Schwanzflosse (f^3) ist breiter als lang und am hinteren Rande etwas ausgeschweift, wodurch der Anfang zur Bildung eines linken und rechten Lappens gemacht ist. Die Epidermis ist mehrschichtig und mit äusserst

zahlreichen in Längsreihen angeordneten Tastorganen bedeckt (Taf. XII Fig. 23 t). Das Geruchsorgan besitzt eine Form wie der Umriss einer Birne. Das verjüngte Ende ragt zwischen beide Augen hinein fast bis zum hinteren Rande des oberen Schlundganglions (Taf. XII Fig. 21). Der Darmkanal zeichnet sich durch ein breites dorsales und ventrales Mesenterium aus (Taf. XII Fig. 15 u. 22). Die Ovarien sind lange Schläuche. Die kleinen Samenkapseln (sb) springen am Schwanzsegment wenig vor.

Die Sagitta hexaptera, obwohl sie vollkommen durchsichtig ist, kann bei spiegelglatter See bei ihrer bedeutenden Körpergrösse vom Boot aus bemerkt und mit einem Glas geschöpft werden. Man sieht sie mit ihren horizontal ausgebreiteten Flossen ruhig auf der Oberfläche des Wassers schweben und plötzlich bei einer Beunruhigung in gerader Richtung pfeilschnell fortschiessen. Im Hafen von Messina habe ich sie jeder Zeit, aber immer nur vereinzelt und nicht in so grossen Schaaren wie die kleineren Sagitten angetroffen. Von den im März und April eingefangenen Thieren, trotzdem einige 6 Cm. lang waren, war noch kein einziges mit reifen Eiern versehen. Neben den grossen Exemplaren finden sich zahlreiche Jugendzustände in der verschiedensten Grösse und zeigen uns, dass die Geschlechtsorgane erst sehr spät ihre volle Grösse und Reife erlangen. Bei 3 Cm. langen Thieren sind die Eischläuche noch sehr kurz, dünn und rechtwinklig gekrümmt, indem der eine kürzere Schenkel in der vorderen Wand des Querseptums, der andere mit dem Alter des Thieres immer länger werdende Schenkel dem Seitenfeld entlang verläuft.

Die Sagitta hexaptera ist zuerst von D'Orbigny (41) im grossen Ocean beobachtet und von ihm sowie bald darauf auch von Darwin (9) nach 5 Cmt. grossen Exemplaren in einer kenntlichen Weise beschrieben und abgebildet worden. Alsdann hat Krohn (27) an dieser grossen Sagittenart seine ausgezeichnete anatomische Untersuchung angestellt. Unbekannt mit dem Reisewerk von D'Orbigny und der Abhandlung von Darwin hielt er sein Object für identisch mit der von Quoy und Gaimard (43) entdeckten Sagitta bipunctata. Hierin beging er einen Irrthum. Denn die von Quoy und Gaimard beschriebenen Exemplare erreichen nur die Länge von 5 Linien; Jugendformen der grossen Sagitta, wie Krohn annahm, können sie aber deswegen nicht gewesen sein, weil sie schon deutlich entwickelte Eierstöcke zeigten. In einem späteren Nachtrag hat Krohn (29) selbst seinen Irrthum erkannt und hervorgehoben, dass die Bezeichnung „bipunctata“ der

von ihm untersuchten grossen Sagitta des Mittelmeeres eigentlich nicht zukomme, und dass die Sagitta hexaptera von D'Orbigny seiner S. bipunctata sehr nahe stehe und vielleicht identisch mit ihr sei. Gleichwohl hielt er an der von ihm einmal gebrauchten Namengebung fest und bezeichnete nun die zwei kleinen Sagittenarten als S. serratodentata und S. multidentata. Neuerdings hat wieder Möbius (38) — jedoch nicht mit Recht — die grossen und kleinen Sagittenarten für eine einzige Species erklärt, welcher er den Namen Sagitta bipunctata belässt.

Bei dieser Sachlage erachte ich es für geboten, für die grosse Sagittenart wieder den ursprünglichen von D'Orbigny und Darwin gebrauchten Namen Sagitta hexaptera einzuführen und den Namen Sagitta bipunctata für die von Quoy und Gaimard beobachtete kleine Sagittenart zu reserviren.

2. Sagitta lyra (Krohn). Taf. IX Fig. 8.

Literatur. 1) Krohn (29). 1853.
2) Langerhans (50). 1880.

An die Sagitta hexaptera schliesst sich wegen ihrer beträchtlichen Körpergrösse die von Krohn entdeckte Sagitta lyra an, welche die nicht unansehnliche Länge von 3—3 $^{1}/_{2}$ Cm. erreicht. Da ich von derselben nur unentwickelte Exemplare beobachtet habe, so lasse ich hier die Beschreibung folgen, welche Krohn von ihr gegeben hat.

„Die S. lyra lässt sich auf den ersten Blick von der S. hexaptera (D'Orbigny) (bipunctata Krohn) unterscheiden. Der sogenannte Schwanz ist sehr kurz und durch eine Einschnürung von dem langen Rumpfe abgesetzt."

„Die beiden Flossen jeder Seite berühren sich bis zur Verschmelzung. In der That geht die homogene Substanz derselben von der einen ohne Unterbrechung auf die andere über und nur äusserlich findet sich zwischen beiden eine Demarkationslinie in Form eines feinen Streifens. Bemerkenswerth ist noch, dass die vorderen Flossen viel länger als die hinteren sind und sehr weit nach vorn hinaufreichen. Die Substanz der Flossen ist von mächtiger Dicke, so dass diese gleich Wülsten an den Seiten des Leibes hervorragen, obwohl sie sich gegen ihren Aussenrand hin bald verflachen und verdünnen. Die in die Substanz eingelagerten Fasern (Borsten) verhalten sich auch eigenthümlich. An den weniger breiten Stellen der Flossen sind sie dünner und kürzer und schei-

nen nur die Randpartie derselben einzunehmen. Je mehr die Breite der Flossen zunimmt, desto länger und stärker werden auch die Fasern, bis sie zuletzt an den breitesten Stellen die ganze Fläche der Flossen durchstreichen.“

„Der Greifhäkchen zählte ich 6—8 jederseits; was die Zahl der Zähnchen betrifft, so dürften ihrer jederseits höchstens 7 auf die vordere Gruppe, 11 auf die hintere kommen.“

„Die Büschel starrer Fäden kommen in grosser Menge und dem Anschein nach ohne sichtliche Ordnung vertheilt auf der Oberfläche des Körpers vor. Dicht am Rande der hinteren Flossen wurde regelmässig sowohl auf der oberen als auf der unteren Fläche derselben ein ähnlicher Büschel bemerkt.“

3. **Sagitta magna** (Langerhans).

Literatur. Langerhans (50 p. 135). 1880.

Die Diagnose nach Langerhans lautet: „diese bei Madeira nicht seltene Art war mit 2—3 Cm. stets noch unreif und erst mit 4 Cm. entwickelt. In Gestalt sich ganz an die eben besprochenen Arten (S. bipunctata, setosa, lyra) anschliessend, unterschied sie sich durch die geringe Entwickelung der Nebenkiefer, die vorn 4, hinten nur 2—3 Zähne hatten. Kiefer mit 7—9 Zähnen, Mund quer.“

4. **Sagitta tricuspidata** (Kent). Taf. IX Fig. 9 u. 15.

Literatur. Kent (24). 1870.

Diese Art ist im südlichen Theil des pacifischen Oceans gefischt und nach Spiritusexemplaren von Kent beschrieben worden. In der Grösse und Form nähert sie sich am meisten der Sagitta lyra, unterscheidet sich aber von ihr und allen übrigen Sagittenarten durch die geringe Anzahl der Kopfstacheln, von denen sie den Namen tricuspidata erhalten hat. Die kurze Diagnose nach Kent lautet folgendermaassen:

„Körper lang und etwas gedrungen. Schwanzsegment ein Fünftel von der Länge des ganzen Körpers mit Ausnahme des Kopfes. Seitenflossen von einander deutlich getrennt; das vordere Paar schmäler als das hintere. Schwanzflosse mässig breit. Greifhaken an den seitlichen Rändern des Kopfes acht auf jeder Seite, die mittelsten von ihnen am längsten. Der vordere Rand des Kopfes trägt eine geringe Hervorragung jederseits von der Mittel-

linie; auf ihr sitzen drei Stacheln; ein ebensolcher einzelner Stachel liegt auf jeder Seite zwischen ihnen und den seitlichen Greifhaken mitten inne. Gesammtlänge des Körpers 3,5 Cm., grösste Breite desselben 5 Millim. Fundort: Südlicher Theil des pacifischen Oceans."

b) Kleine Arten von 1—2 Cm. Länge.

Die kleinen mit 2 Paar seitlichen Flossen versehenen Sagitten, welche in grossen Schaaren alle Meere zu bevölkern scheinen und im Mittelmeer fast nie im pelagischen Auftrieb fehlen, hat zuerst Slabber beobachtet und Quoy und Gaimard haben ihnen den Namen Sagitta bipunctata gegeben, ein Name, der seitdem für grosse und kleine Arten vielfach gemischt gebraucht worden ist. Später hat Krohn gezeigt, dass unter den kleinen Sagitten wenigstens zwei Formen, die einander freilich sehr ähnlich sind, unterschieden werden müssen, und hat ihnen den Namen S. multidentata und S. serratodentata beigelegt. Von diesen behalte ich den sehr bezeichnenden Namen S. serratodentata für die zugleich weniger häufige Art bei, den anderen dagegen ersetze ich durch den älteren Namen S. bipunctata, da ihm die Priorität zukommt.

5. Sagitta bipunctata (Quoy und Gaimard). Taf. IX Fig. 1.

Synonyma. Sagitta setosa (Wilms. Joh. Müller). 1846. 1847.
Sagitta multidentata (Krohn). 1853.
Sagitta germanica (Leuckart und Pagenstecher). 1858.

Literatur.
1. Quoy und Gaimard (43) S. bipunctata. 1827.
2. Wilms (49). Ohne Speciesnamen. 1846.
3. Joh. Müller (39). S. setosa. 1847.
4. Krohn (29). S. multidentata. 1853.
5. Gegenbaur (15). Ohne Speciesnamen. 1856.
6. Leuckart und Pagenstecher (34). S. germanica. 1858.
7. Keferstein (23). S. setosa. 1862.
8. Möbius (38). S. bipunctata. 1874.
9. Langerhans (50). S. setosa. 1880.

Die S. bipunctata erreicht etwa die Länge von $1^1/_2$ Cm. (Taf. IX Fig. 1). Das Schwanzsegment beträgt etwas mehr als ein Drittel vom Rumpfsegment, welches gleichförmig cylindrisch und gedrungen ist. Die seitlichen Flossen sind ziemlich lang aber schmal, und zwar ist das hintere Paar breiter als das vordere und durch einen Zwischenraum von ihm getrennt. Die hinteren Flossen enden in kurzer Entfernung von den nach Aussen vorspringenden Samenblasen. Der Kopf ist breit und auf jeder Seite

mit 8—10 Greifhaken versehen. Die Zahl der Stacheln beläuft sich in der vorderen Reihe auf 5, in der hinteren auf 10—15. Die aus pflasterförmigen Zellen zusammengesetzte Epidermis ist hinter dem Kopf bis zur Mitte des Rumpfes und namentlich auf beiden Seiten desselben nicht unbedeutend verdickt. Auf ihrer Oberfläche erheben sich in grosser Anzahl die Tastorgane, deren Borsten in einer Querreihe angeordnet sind. Das Geruchsorgan (Taf. XII Fig. 20) ist sehr in die Länge entwickelt, beginnt unmittelbar hinter dem oberen Schlundganglion zwischen beiden Augen und erstreckt sich eine grosse Strecke weit auf dem Rücken des Rumpfes nach hinten.

Die Sagitta bipunctata ist die häufigste unter den kleinen Sagittenarten und daher wohl identisch mit der von Quoy und Gaimard beobachteten. Von Krohn ist dieselbe als Sagitta multidentata gut beschrieben worden. Von den beiden Sagittenarten, welche Gegenbaur (15) in seiner Entwickelungsgeschichte erwähnt, aber unbestimmt lässt, scheint mir die zweite unsere Sagitta bipunctata zu sein. Der Sagitta bipunctata im Habitus sehr ähnlich und vielleicht identisch mit ihr ist die 4—8 Linien grosse Art, welche Wilms (49) bei Helgoland beobachtet und zum Gegenstand seiner Dissertation gemacht hat. Da Wilms sein Untersuchungsobject unbenannt gelassen hat, gab ihm Johannes Müller (39) in seinem Bericht über einige neue Thierformen des Nordens den Namen Sagitta setosa. Später bezeichneten Leuckart und Pagenstecher (34) die Helgoländer Art als Sagitta germanica. Sollte die Helgoländer und die von Wilms beschriebene Sagitta eine besondere Art sein, so würde dem Speciesnamen S. setosa (Joh. Müller) das Vorrecht zukommen. Mir schien sie nach Beobachtungen, die ich an Spiritusexemplaren der kleinen nordischen Sagitta anstellte, von der Mittelmeerform nicht unterschieden zu sein.

6. Sagitta serrato-dentata (Krohn). Taf. IX Fig. 2.

Synonyma. Sagitta Gegenbauri (Fol.) 1879.
Sagitta rostrata (Busch.) 1851.

Literatur. 1. Busch (5) Sagitta rostrata. 1851.
2. Krohn (29) S. serratodentata. 1853.
3. Gegenbaur (15). Ohne Speciesnamen. 1856.
4. Fol (11). S. Gegenbauri. 1879.

Diese Art ist schlanker als die vorige und scheint auch an Grösse hinter ihr etwas zurückzubleiben. Das Schwanzsegment

ist etwas mehr als $^1/_3$ so gross als das Rumpfsegment, welches hinter dem Kopf verdünnt ist. Der Kopf ist in seinem vorderen Theile länger als bei der S. bipunctata und nach vorn stark verjüngt. Characteristisch für unsere Art sind die Greifhaken (Taf. IX Fig. 10 u. 12), welche jederseits in der Zahl von 8 vorhanden und längs ihrer schärferen Kante mit kleinen Zähnchen wie die Schneide einer Säge besetzt sind. Die Epidermis ist dünner als bei der anderen Art und mit weniger Tastorganen versehen. Wie Krohn bemerkt, sind „die Büschel starrer Fäden symmetrisch in acht seitlichen Längszügen angeordnet, von welchen 4 auf die Rückenhälfte und ebenso viele auf die Bauchhälfte fallen.“

Von den seitlichen Flossen sind die rückwärts gelegenen länger und breiter als die vorderen und bogenförmig nach aussen begrenzt; sie enden unmittelbar vor den Samenblasen, welche mir bei dieser Art mehr als bei andern zapfenartig nach aussen vorzuspringen scheinen (Taf. IX Fig. 14 sb). Die nach vorn gelegene Ausführöffnung ist von zwei gewulsteten Lippen umgeben, deren oberflächliche Epidermisschichten bei den grössten Exemplaren gelblich und wie verhornt aussahen. Die Schwanzflosse ist kurz aber breit.

Die Sagitta serrato-dentata ist von Krohn als besondere Art unterschieden worden, indem er auf die Zähnelung der Greifhaken als ein wichtiges diagnostisches Merkmal die Aufmerksamkeit lenkte. Er bezeichnet sie als die kleinste Art und giebt ihre Länge auf nur $4^1/_2$ Linie an. Auf die Sagitta serrato-dentata scheint sich mir die Beschreibung der ersten der zwei von Gegenbaur (15) unterschiedenen Formen zu beziehen, obwohl er die Länge seiner Exemplare auf 9‴ angiebt. Derselben hat Fol (11) neuerdings den Namen Sagitta Gegenbauri beigelegt. Die Sagitta rostrata (Busch) ist, wie auch schon Krohn bemerkt hat, wohl nur eine junge Form der S. serratodentata, an deren Kopf das obere Schlundganglion eine kleine Prominenz bedingt, welche zum Namen rostrata Veranlassung gegeben hat.

c) Arten, deren Originalbeschreibung mir nicht zugänglich war.

7) Sagitta Mariana. Lewes (35). 1859. Mit Abbildung.

8) Sagitta pontica. Ulianin (48). 1871.

d) Unsichere Arten.

9) Sagitta diptera. D'Orbigny (41). 1835—1843.

Diagnose. Mit einer 2gelappten Schwanzflosse ohne jede Seitenflosse. Mit 7—8 Greifhaken. 5 Cm. lang. Abgebildet l. c. pl. X Fig. 6 u. 7.

10) Sagitta triptera. D'Orbigny (41). 1835—1843.

Diagnose. Mit einer in 2 Lappen auslaufenden Schwanzflosse und mit einer unpaaren und vertical gestellten Rückenflosse in der Mitte des ganzen Körpers, ohne jede Seitenflosse. Mit 6—8 Greifhaken. 2,5—3 Cm. lang. Abgebildet l. c. pl. X. Fig. 1—3.

II. Die Gattung Spadella (Langerhans).

Chaetognathen mit einer Schwanzflosse und einem Paar Seitenflossen, die hauptsächlich vom Schwanzsegment entspringen und eine Strecke weit auf das Rumpfsegment übergreifen.

Zu dieser Gattung gehören drei der von mir beobachteten Arten.

1) **Spadella cephaloptera** (Busch). Taf. IX Fig. 6.

Synonyma. Sagitta cephaloptera (Busch). 1851.
Sagitta gallica? (Pagenstecher). 1862.
Sagitta Batziana? (Giard.). 1875.
Spadella cephaloptera (Langerhans). 1880.

Literatur. 1. Busch (5). 1851.
2. Pagenstecher (42). 1862.
3. Claparède (7). 1863.
4. Giard (16). 1875.
5. Langerhans (50). 1880.

Die Spadella cephaloptera ist unter allen seither bekannt gewordenen Chaetognathen die kleinste, indem sie noch nicht die Länge eines Centimeters erreicht, wie denn die meisten der von mir eingefangenen Thiere nur etwa 5 Mm. gross waren. Im Verhältniss zur Länge ist der Körper ziemlich dick, dabei ist er etwas undurchsichtig und gelbbräunlich gefärbt, so dass die Spadella im Wasser trotz ihrer Kleinheit besser als grössere vollkommen transparente Arten gesehen wird (Taf. IX Fig. 6). Da Rumpf- und Schwanzsegment etwa von gleicher Grösse sind, münden der kurze Darm (d) und ebenso die beiden Oviducte (el) ziemlich genau in der Mitte des Körpers aus; der Kopf, dessen obere Stützplatten, welche die Greifhaken tragen, lateralwärts weit vorspringen, ist

breit, die Kopfkappe ist mit zwei hörnerartigen Anhängen (te) versehen, die seitlich links und rechts von den Augen angebracht sind, kolbig enden, aus Epidermiszellen bestehen und braun pigmentirt sind.

Die nur in einem Paar vorhandenen Seitenflossen (f^2) sind lang und schmal, beginnen ein wenig nach vorn von den papillenartig vorspringenden Enden der Oviducte, werden in der Mitte des Schwanzsegments am breitesten und sind nur durch eine seichte Einschnürung von der unpaaren Schwanzflosse (f^3) getrennt. Diese ist im Verhältniss zur Körpergrösse ansehnlicher als bei anderen Arten und ragt eine Strecke weit über das Ende des Schwanzsegments vor; allmählich sich verbreiternd wird sie seitlich von geraden Linien und nach hinten von einer halbkreisförmigen Contur begrenzt. An der Stelle, wo Schwanz- und Seitenflosse durch die Einschnürung getrennt sind, liegen die kleinen als Halbkugeln nach aussen hervorstehenden Samenblasen (sb).

Von sehr characteristischer Beschaffenheit ist die Epidermis der Spadella cephaloptera mit den in ihr entwickelten Organen. Hinter dem Kopf ist sie zu beiden Seiten des Halses verdickt und aus blasigen Elementen zusammengesetzt. So entstehen 2 Epidermisstreifen, welche die dem Kopf gleiche Breite des Halses bedingen und die Veranlassung gewesen sind, dass Busch unserer Art den Namen Sagitta cephaloptera gegeben hat. Der Name ist nicht gut gewählt, weil wenig bezeichnend, denn dass die Epidermisverdickungen den anderen durch Strahlen gestützten Flossen nicht entsprechen, lehrt ihr Bau und ist mit Recht von Krohn und Claparède schon geltend gemacht worden. An der ventralen Seite des Rumpfes zeigt die Epidermis eine warzige Beschaffenheit, die daher rührt, dass die pflasterförmigen Zellen noch mit eigenthümlichen cylindrischen Klebzellen bedeckt sind (Taf. X Fig. 6, 12, 14, 15). Dieselben stehen entweder vereinzelt über die Hautoberfläche hervor oder sie bilden in Gruppen vereint grössere und kleinere Drüsenlappen, welche durch Furchen von einander getrennt den warzigen Anblick hervorrufen. Am reichlichsten finden sie sich am Schwanzsegment, nach vorn nehmen sie an Zahl ab und desgleichen an der ventralen Fläche der Flossen. Dorsalwärts fehlen die Klebzellen, die häufig bräunlich pigmentirt sind, ganz, dagegen treten hier in der Epidermis vereinzelte Tastorgane (Taf. IX Fig. 6t) auf, kenntlich an den vorspringenden Borsten. Bei Spadella cephaloptera bedingen die Sinneszellen keine hügligen Erhebungen, da sie in

die darunter liegende Schicht der pflasterförmigen Epidermiszellen etwas eingesenkt sind (Taf. XII Fig. 1). Das Geruchsorgan, welches Busch und Claparède ein Räderorgan nennen, ist unmittelbar hinter dem Kopf im Nacken angebracht; es ist ein schmaler, etwas gelblich aussehender Streifen von Sinnesepithel, der ein Oval beschreibt, dessen längster Durchmesser mit der Queraxe des Rumpfes zusammenfällt (Taf. IX Fig. 6 r).

In der Anordnung der Musculatur hat die Spadella cephaloptera vor anderen Chaetognathen die Besonderheit voraus, dass im Rumpfsegment die ventralen Längsmuskelzüge noch von einer dünnen Schicht transversaler quergestreifter Muskelfasern bedeckt sind, eine Besonderheit, welche die Muskulatur auch bei manchen Anneliden zeigt (Taf. X Fig. 6 mt).

Der Darm ist kurz und sehr weit und dorsal und ventral längs eines schmalen Streifens mit den Rumpfwandungen verbunden, so dass ein eigentliches Mesenterium fehlt. Der übrige Theil der Rumpfhöhle wird vollkommen von den Ovarien ausgefüllt, welche bei ausgewachsenen, geschlechtsreifen Thieren bis zum Kopf heranreichen. Die Eier, von der Grösse wie bei anderen Chaetognathen, sind ziemlich undurchsichtig und bedingen hauptsächlich die gelblich opake Färbung unserer Thiere; sie werden bei der Ablage von einer Gallertschicht umgeben und mittelst eines dünnen Stielchens, in welche dieselbe ausgezogen ist, an fremde Gegenstände befestigt, an Algen, an Steine, in der Gefangenschaft auch an die Wand des Glasgefässes (Taf. XIII Fig. 10). Gewöhnlich findet man 5—10 an Stielchen befestigte Eier zu einem Packet vereint. Auch die Spermatozoen der Spadella cephaloptera weichen von denjenigen anderer Arten ab. Sie sind lange Fäden, welche, was ich sonst niemals gesehen habe, eine feine Querstreifung erkennen lassen (Taf. XII Fig. 18).

Auf das Vorkommen der Spadella cephaloptera wurde ich durch Herrn Dr. Hatschek, welcher während des Winters embryologische Untersuchungen in Messina angestellt hatte, aufmerksam gemacht und konnte ich, einmal mit ihrer Lebensweise bekannt geworden, sie mir jederzeit leicht und in grosser Menge verschaffen, so dass ich erstaunt bin, dass von den zahlreichen Zoologen, welche Messina besucht haben, noch keiner sie erwähnt hat. Wie im Bau, so unterscheidet sich die Spadella cephaloptera auch in ihrer Lebensweise von den bisher besprochenen Chaetognathen. Diese sind exquisit pelagische Thiere, jene dagegen ist wohl mehr zur Strandfauna hinzuzurechnen. In Messina bevölkert sie

in grossen Schaaren die Algen, welche wie ein Rasen die seichteren Stellen des Hafens überziehen. Während ich beim Fischen mit dem Müller'schen Netz nie ein einziges Exemplar in meinen Gläsern wahrnahm, brauchte ich in ein Gefäss nur Algen zu sammeln oder auszuschütteln, um ihrer habhaft zu werden. Wenn nach einiger Zeit das Wasser sich geklärt hat, sah ich die kleinen Thiere theils den Wandungen des Gefässes ansitzen, theils in schnellenden Bewegungen durch das Wasser flink hindurchschiessen.

Das Vermögen, sich an anderen Gegenständen festzuhalten, ist eine Eigenthümlichkeit, die mir nur von der Spadella cephaloptera bekannt ist und die auch wieder für die nicht pelagische Lebensweise spricht. Das Festsetzen geschieht in der Art, dass das durch das Wasser schnellende kleine Thier, an einem festen Gegenstand angelangt, an diesen die Bauchseite des Schwanzsegments und der Flossen glatt andrückt. Es genügt dies zur sofortigen Fixirung. Wahrscheinlich ist das Wirksame hierbei ein klebriges Secret, von welchem die über die Hautoberfläche vorspringenden Drüsenzellen auf ihren Enden beständig überzogen zu sein scheinen. Die vordere Körperhälfte, an welcher die Klebzellen spärlicher beobachtet werden, bleibt gewöhnlich frei und ragt, indem sie mit dem Schwanzsegment einen stumpfen Winkel bildet, von der Unterlage in das Wasser hinein.

Aus der nicht pelagischen Lebensweise der Spadella cephaloptera erklären sich auch noch drei weitere Verhältnisse. Erstens sind die Eier undurchsichtig und werden nicht frei in das Wasser abgelegt, sondern mit einer Gallerte an andere Gegenstände befestigt. Zweitens besitzt unser Thier nicht die völlige Transparenz der pelagischen Chaetognathen und drittens zeichnet es sich vor diesen noch durch eine grosse Lebenszähigkeit aus. Während die pelagischen Arten so empfindlich wie wenige Thiere sind und auch im reinsten Wasser nach einem oder höchstens zwei Tagen absterben, erhält sich die Spadella cephaloptera in kleinen Gefässen viele Tage, ja Wochen lang, wobei sie bald munter im Wasser herumschwimmt, bald sich an die Wandungen des Glases ansetzt. Sie ernährt sich von kleinen Crustaceen und von Algen, von denen man gewöhnlich den Darmkanal erfüllt sieht.

Die Spadella cephaloptera scheint in europäischen Meeren gleichfalls weit verbreitet zu sein. Busch, welcher sie entdeckte, sammelte sie auf den Orkney-Inseln; während er sie mit dem Müller'schen Netz nie auffand, konnte er sich dieselbe stets ver-

schaffen, wenn er mit einem Schleppnetz von Leinwand in einer Tiefe von 8—12 Faden fischte. „Sie waren gewöhnlich dicht eingebettet in dem heraufgeholten Schlamm und erst wenn man diesen in ein Gefäss mit Wasser goss, gelang es ihnen, sich durch einige ihrer stossartig schnellenden Bewegungen zu befreien und im Glase umherzuschwimmen.“ Claparède beobachtete darauf die Spadella cephaloptera im Busen von der Normandie bei S. Vaast, wo dieselbe „selten, dann aber in unabsehbaren Zügen erschien, ohne dass es gelungen wäre, die Umstände zu ermitteln, die ihr Erscheinen bedingten.“ Er fischte sie in grosser Menge nicht nur mit dem feinmaschigen Netze in einer ziemlichen Entfernung von der Küste, sondern auch in den am Strande bei sinkender Ebbe zurückgelassenen Tümpeln. Es scheint mir aus dieser Art des Auftretens zu viel gefolgert, wenn Claparède gegen Busch erklärt, dass Spadella cephaloptera ebenso wie die andern Arten ein pelagischer Wurm sei. Im Zusammenhange mit den oben angeführten Beobachtungen über die Lebensweise ziehe ich die Deutung vor, dass unsere Art, welche für gewöhnlich am Strand und Meeresboden lebt, nur durch besondere Verhältnisse zu Wanderungen veranlasst wird, wofür das seltene und dann massenhafte Auftreten sprechen würde.

Ueber Spadella cephaloptera sind bis jetzt 4 Arbeiten erschienen, von Busch, Claparède, Pagenstecher und Giard. Am genauesten ist die Beschreibung von Busch, an welche sich die kurze Angabe von Claparède bestätigend anschliesst. Pagenstecher's Sagitta gallica, die in einem Exemplar bei Cette aufgefunden wurde und auch mit den eigenthümlichen Tentakelanhängen am Kopf versehen ist, scheint mir, soweit nach der ungenauen Beschreibung ein sicheres Urtheil möglich ist, mit der Sagitta cephaloptera identisch zu sein. Dasselbe möchte ich von der Sagitta Batziana vermuthen, welche Giard neuerdings beschrieben und unter denselben Verhältnissen wie Claparède angetroffen hat. Seine Zeichnung ähnelt in hohem Grade den von Claparède und mir gegebenen Abbildungen der Spadella cephaloptera. Als Unterschiede führt Giard an: 1. Fehlen der Tentakeln am Kopf, 2. geringere Anzahl der Greifhaken, 3. die Form der Schwanzflosse, 4. Vorkommen von Borsten am vorderen Rumpf des Körpers. Hiervon können wir den letzten Punkt sofort streichen, da Busch und ich Tastborsten auch im vorderen Rumpfabschnitt der Spadella cephaloptera gesehen haben und Claparède dieselben in seiner Figur nur ausgelassen hat. Die Zahl

der Greifhaken aber ist bei allen Chaetognathen etwas variabel und wird von Giard auch nicht näher angegeben. Die Schwanzflosse variirt nur darin, dass sie am hinteren Rande mit kleinen Auszackungen besetzt ist. Der Mangel der Auswüchse am Kopf ist auch von keinem grösseren Belang, da ich dieselben an einzelnen in Messina beobachteten Exemplaren vermisst habe und ich ihnen überhaupt keine grössere Bedeutung zuschreiben kann. Auffallend ist mir, dass Claparède sowohl als Giard bei der Beschreibung ihrer Arten nicht der Drüsenzellen am Bauche erwähnen. Sollten die Drüsenzellen fehlen? oder ist die Beschreibung nur unvollständig? Im ersteren Falle wäre die an der französischen Küste vorkommende Spadella als besondere Art von der Spadella cephaloptera, welche Busch und ich beobachtet haben, zu trennen.

2) **Spadella draco** (Krohn). Taf. IX Fig. 3.

Literatur. 1. Krohn (29). 1853.
2. Langerhans (50). 1880.

In der allgemeinen Körperform schliesst sich die Spadella draco (Taf. IX Fig. 3) an die vorausgehende Art am meisten an, wenn sie auch sonst von ihr in vielerlei Merkmalen sehr erheblich abweicht und mit ihr gar nicht zu verwechseln ist. Sie ist gleichfalls eine der kleinsten Chaetognathen, wird etwa einen Centimeter lang, ist aber für die geringe Länge viel gedrungener als andere Arten. Wie bei Spadella cephaloptera sind Rumpf- und Schwanzsegment etwa gleich gross, so dass der kurze gerade Darm (d) und die Eierstöcke (e), welche bei geschlechtsreifen Thieren bis zum Kopf heranreichen, in der Mitte des Leibes ausmünden. Sehr characteristisch ist die Epidermis unseres Thieres; dieselbe erreicht zu beiden Seiten des Rumpfsegments eine so ausserordentliche Mächtigkeit, dass sie die Hälfte vom Querdurchmesser des Leibes einnimmt; sie besteht aus mehreren Lagen grosser derbwandiger Zellen, die einen flüssigen Inhalt und wandständigen Kern haben, einem Pflanzengewebe auf das Täuschendste ähnlich sehen (Taf. XII Fig. 10) und schon bei schwacher Vergrösserung als Bläschen erkannt werden. Am Kopf und am Schwanzsegment dagegen ist die Epidermis wie bei anderen Arten beschaffen.

Die nur in einem Paar vorhandenen seitlichen Flossen (f^2) sind kurz, aber breit und beginnen erst am Anfange des Schwanzsegments im Anschluss an die verdickte Epidermis des Rumpfsegments, welche noch mit einer rasch dünner werdenden Schicht

blasiger dickwandiger Zellen ihre dorsale und ventrale Fläche eine kurze Strecke weit überzieht. Die kurzen von Fäden gestützten Seitenflossen werden durch einen kleinen Zwischenraum, welchen die Samenblasen (sb) einnehmen, von der ansehnlichen und namentlich breiten Schwanzflosse (f^3) geschieden. Die Oberfläche des Rumpfes und der Flossen wird von zahlreichen Tastorganen (t) bedeckt, deren Borsten in Querreihen gestellt sind. Unter ihnen haben zwei Tastorgane (t^1) auf der Höhe des Bauchganglions eine enorme Entwicklung erfahren. Sie sind in grosse flache mit Cylinderepithel ausgekleidete Gruben umgewandelt, aus denen Büschel zahlreicher ausserordentlich langer Borsten hervorragen, welche an Länge der Breite des Rumpfes gleichkommen. Die Borstenbüschel seitlich am Körper entspringend sind in der Horizontalebene ausgebreitet. Sie sowohl als die dicke pflanzenzellähnliche Epidermis verleihen unserer Art „ein höchst fremdartiges Aussehen", wodurch Krohn wahrscheinlich zu dem Namen Sagitta draco bestimmt worden ist.

Das Geruchsorgan (r) ist wie bei Spadella cephaloptera klein und hinter dem Kopf im Nacken gelegen, es zeigt die Form eines Ovals, dessen Längsaxe mit der Längsaxe des Thieres zusammenfällt.

Die Zahl der von der Kopfkappe überzogenen Greifhaken gibt Krohn jederseits auf 10 an. Die Stacheln belaufen sich nach ihm in der vorderen Reihe auf 8, in der hinteren Reihe auf 18.

Die Spadella draco ist im Mittelmeer eine sehr seltene Art, welche sporadisch unter den Schwärmen der Sag. bipunctata und serrato-dentata auftritt und leicht übersehen werden kann, da sie bei ihrer geringen Körpergrösse noch vollkommen durchsichtig ist. Indessen kann man sie schon im pelagischen Auftrieb bei einiger Uebung an ihrer gedrungenen Gestalt herauserkennen.

Sie ist zuerst von Krohn gleichfalls in Messina beobachtet und nach einem einzigen wohlerhaltenen und völlig ausgewachsenen Exemplare gut beschrieben worden. In fünf Wochen habe ich im pelagischen Auftrieb mir nur drei unverletzte Exemplare verschaffen können. Etwa ein Ctm. gross waren dieselben noch nicht mit reifen Ovarien versehen. Gleich den übrigen Chaetognathen scheint auch diese Art in allen Meeren vorzukommen. So fand ich zwei Exemplare derselben im pelagischen Auftrieb, welchen ich durch die Gefälligkeit des Herrn Professor Haeckel erhielt und welcher bei den canarischen Inseln gesammelt worden war. Nach

den Angaben von Langerhans (50. p. 136) ist die Spadella draco bei Madeira nicht selten.

3) **Spadella hamata** (Möbius). Taf. IX, Fig. 7.

Literatur. 1. Möbius (38). Sagitta hamata. 1874.
2. Langerhans (50). Krohnia hamata. 1880.

Die Spadella hamata ist bei der wissenschaftlichen Untersuchung der Nordsee, welche durch die Preussische Regierung veranlasst wurde, von Möbius entdeckt worden. Sie wurde mit dem Schleppnetz aus 135—337 Faden Tiefe emporgefördert und aus dem Inhalt desselben aus Schlamm und kleinen Steinen herausgesucht. Von anderen Chaetognathen unterscheidet sie sich 1. durch die Form der Greifhaken und 2. durch die einreihige Anordnung der zahlreichen Kopfstacheln. Durch den Besitz von ein Paar Seitenflossen, welche am Uebergang von Rumpf- und Schwanzsegment sitzen, schliesst sie sich an Spadella cephaloptera und draco an, obwohl sie sonst in ihrer Form und durch ihre bedeutendere Grösse der Sagitta hexaptera und lyra ähnlicher aussieht. Wie Spadella cephaloptera scheint sie kein pelagisches Leben zu führen.

Durch die Freundlichkeit von Herrn Professor Möbius hatte ich Gelegenheit, mich selbst mit dieser neuen Art bekannt zu machen und die Form der Greifhaken, Stacheln und Flossen zu untersuchen. Ich bin so in den Stand gesetzt worden, die kurze Diagnose zu bestätigen, welche Möbius von der Spadella hamata gegeben hat und welche ich hier folgen lasse:

„Körper schmal, lanzettlich, bis 35 Mm. lang und 3 Mm. breit. Höhe etwas geringer als die Breite. Kopf vierseitig mit abgestumpften Ecken. Seitlich vom Munde stehen an der Unterseite des Mundes jederseits 8—9 braune Kieferborsten (Greifhaken), welche ungefähr $^2/_3$ der Kopflänge sind. Die mittleren Kieferborsten sind die längsten. Sie sind weniger gekrümmt als die Kieferborsten der Sagitta bipunctata, welche auch im Verhältniss zum Kopf grösser sind. Die Spitze der Kieferborsten (Taf. IX, Fig. 13) ist knieförmig einwärts gebogen, während sie bei S. bipunctata die Krümmung der Borste kreisbogenförmig fortsetzt. Die Basis der Kieferborsten ist an der concaven Seite abgerundet, an der convexen gekielt. Bei S. bipunctata ist die Basis an beiden Seiten gekielt und geflügelt."

„Vor den Kieferborsten liegt **eine Reihe** Dornen (Stacheln), deren Grösse von dem Stirnrande aus nach hinten zu abnimmt. Ich zählte 23—26 an jeder Seite. Ihre Spitze ist

zart und von dem Körper abgesetzt. Ihr Körper wird nach hinten blattartig dünn. Sagitta bipunctata dagegen hat vor den Kieferborsten zwei Gruppen von Dornen (Stacheln) etc. Die Bewaffnung der Unterseite des Kopfes kann also zur sicheren Unterscheidung der beiden Sagitta-Arten dienen."

„In der Genitalgegend stehen zwei Seitenflossen; das Hinterende umsäumt eine horizontale Schwanzflosse. Diese Flossen waren bei allen Exemplaren, welche aus dem Inhalt des Schleppnetzes stets todt hervorgeholt wurden, verletzt. Im Hinterende des Rumpfes liegen zwei schlauchförmige Ovarien von röthlich gelber Farbe, im Vorderende des Hinterkörpers zwei Hoden. Die Höhlungen des Hinterkörpers waren bei mehreren mit Spermazellen angefüllt. In ihrem inneren Bau stimmt Sagitta hamata also mit Sagitta bipunctata überein."

In seiner Bearbeitung der Chaetognathen hat Langerhans die Sagitta hamata von Möbius zum Vertreter des Genus Krohnia erhoben. Da dasselbe indessen nur durch die einreihige Anordnung der Kopfstacheln vom Genus Spadella abweicht, mit ihm aber im Besitz nur eines Paares von Seitenflossen übereinstimmt, halte ich die Vereinigung zu einem Genus für zweckentsprechend.

Tabellarische Uebersicht der Chaetognathen (Leuckart).

Diagnose. Körper aus 3 durch Querscheidewände getrennten Abschnitten bestehend (Kopf, Rumpf- Schwanzsegment) mit horizontal gestellten Flossen. Kopf mit Greifhaken, Kopfstacheln und einer Kopfkappe, mit 2 Augen und einem unpaaren Geruchsorgan versehen. Geräumige Leibeshöhle. Darm mit 2 Mesenterien mündet vor dem darmlosen Schwanzsegment aus. 4 longitudinale Muskelbänder. Nervensystem besteht aus dem Bauchganglion, dem oberen Schlundganglion und den seitlichen Kopfganglien. Rumpfsegment mit 2 Ovarien, Schwanzsegment mit 2 Hoden.

I. **Genus. Sagitta** (Slabber).

Unpaare Schwanzflosse, 2 Paar Seitenflossen.

a) Arten von 3—7 Ctm. Länge.

1. Sagitta hexaptera (D'Orbigny). Vordere und hintere Seitenflossen durch einen weiten Abstand getrennt. Länge 6—7 Ctm. Greifhaken 6—7, Kopfstacheln der vorderen Reihe 3—4, der hinteren Reihe 5—7. Schwanzsegment $^1/_4$ so lang als das Rumpfsegment. Geruchsorgan birnförmig.
2. Sagitta lyra (Krohn). Vordere und hintere Seitenflossen berühren sich bis zur Verschmelzung. Länge 3—3$^1/_2$ Ctm. Greif-

haken 6—8. Kopfstacheln der vorderen Reihe 7, der hinteren Reihe 11.

3. Sagitta magna (Langerhans). Länge 4 Ctm. Greifhaken 7—9. Kopfstacheln der vorderen Reihe 4, der hinteren Reihe 2—3.
4. Sagitta tricuspidata (Kent). Seitenflossen von einander deutlich getrennt. Länge 3—5 Ctm. Greifhaken 8. Kopfstacheln der vorderen Reihe 3. Hinterer Kopfstachel 1.
5. Sagitta bipunctata (Quoy und Gaimard). Seitenflossen von einander deutlich getrennt. Länge 1,5—2 Ctm. Greifhaken mit glattem Rand 8—10. Vordere Kopfstacheln 5, hintere 10 bis 15. Epidermis im vorderen Theil des Rumpfes verdickt.
6. Sagitta serratodentata (Krohn). Unterscheidet sich von der vorigen dadurch, dass die Schneide der 8 Greifhaken gezähnelt, die Epidermis dünn und der Kopf länger als breit ist.
7. Sagitta Mariana (Lewes).
8. Sagitta pontica (Ulianin).
9. Sagitta diptera (D'Orbigny).
10. Sagitta triptera (D'Orbigny).

II. Genus. Spadella (Langerhans).

Unpaare Schwanzflosse. 1 Paar Seitenflossen.

1. Spadella cephaloptera (Busch). Länge 0,5—1 Ctm. Rumpf und Schwanzsegment gleich gross. Bauchfläche warzig, mit Klebzellen bedeckt. Kopfkappe mit 2 tentakelartigen Auswüchsen.
2. Spadella draco (Krohn). Länge 1 Ctm. Epidermis am Rumpfsegment stark verdickt, besteht aus grossen blasigen Zellen. Rechts und links vom Bauchganglion ein Bündel äusserst langer Borsten, die horizontal vom Körper abstehen.
3. Spadella hamata (Möbius). Länge 3,5 Ctm. Greifhaken 8 bis 9 mit knieförmig umgebogener Spitze. Eine einzige Reihe von 23—26 Kopfstacheln. Schwanzsegment viel kleiner als das Rumpfsegment.

IV. Entwickelungsgeschichte der Chaetognathen.

Zum Studium der Entwickelungsgeschichte sind die Eier der Sagitta bipunctata und S. serratodentata sehr geeignete Objecte. Man braucht nur eine Anzahl frisch eingefangener geschlechtsreifer Thiere in einem kleinen Gefäss zu isoliren und man kann sicher sein, schon nach einigen Stunden Eier im Meerwasser suspendirt zu finden. Obwohl dieselben von ansehnlicher Grösse sind, erfordert es doch, um sie zu sehen, einige Aufmerksamkeit und passende Beleuchtung, da sie vollkommen durchsichtig und so klar wie das Meerwasser selbst sind; man gewahrt sie als glänzende unter der Wasseroberfläche schwimmende Kugeln, die man zur Untersuchung mit einer Glasröhre herausfischen kann.

Während die Sagitteneier sich im frischen Zustande wegen ihrer vollkommenen Transparenz leicht untersuchen lassen, sind sie dagegen zur Behandlung mit Reagentien weniger geeignet; in Osmiumsäure schwärzen sie sich rasch, ebenso werden sie in anderen Reagentien durch Gerinnung undurchsichtig und lassen sich auch durch vorsichtigen Glycerinzusatz nicht aufhellen, da der sehr wasserreiche Dotter schrumpft und zerfällt. Am weitesten kömmt man noch durch Zusatz von 1—2 % Essigsäure, welche in der ersten Zeit der Einwirkung meist recht deutliche Bilder gibt, später aber gleichfalls das Object undurchsichtig macht.

Um die ersten Entwickelungsvorgänge zu studiren, empfiehlt es sich, anstatt die Eiablage abzuwarten, sich reife Eier dadurch zu verschaffen, dass man Sagitten mit prall gefüllten Geschlechtsorganen zerschneidet, allmählich die Geschlechtsproducte aus der Schnittöffnung austreten lässt und die Eier, deren Keimbläschen schon geschwunden ist, in reines Seewasser isolirt. So glückte es mir an ein und demselben Object von Anfang an die Bildung der Richtungskörper und die im Inneren des Dotters sich abspielenden Befruchtungsvorgänge zu verfolgen.

Die reifen Eier werden von einer doppelt contourirten derben Membran und nach Aussen von dieser noch von einer Schleim-

schicht umgeben. Sie bestehen aus kleinen wasserhellen Dotterkügelchen und einer dieselben verbindenden protoplasmatischen Grundsubstanz, zwei Theilen, die bei der Gleichartigkeit der Lichtbrechung und ihrer fast vollkommenen Transparenz kaum von einander zu unterscheiden sind. Da die reifen Eier ihr Keimbläschen schon im Ovarium verlieren, so scheinen sie unmittelbar nach der Ablage kernlos zu sein. Bei Zusatz von 2 % Essigsäure dagegen wird in der Dotterrinde ein Bündel glänzender Stäbchen sichtbar, die ziemlich dick, aber recht kurz sind. Auch Fol beschreibt dieselben als „une rangée verticale de petits grains réfringents." Das Gebilde entspricht trotz der etwas abweichenden Beschaffenheit den Kernspindeln anderer Eier und zeigt den Ort an, wo die Bildung der zwei Richtungskörper erfolgt, welche ich am lebenden Objecte verfolgen konnte. Die zwei Richtungskörper sind im Vergleich zum grossen Ei von verschwindender Kleinheit und werden alsbald nach ihrer Abschnürung durch die eng anschliessende Membran auf den Dotter dicht aufgepresst; sie können daher leicht übersehen werden, wie sie denn auch erst in der Neuzeit von Fol und mir entdeckt worden sind.

Etwa eine viertel Stunde nach der Bildung des zweiten Richtungskörpers entsteht unter ihm in der Dotterrinde der Eikern als eine kleine Vacuole, die sich langsam vergrössert. Schon früher während der Abschnürung des zweiten Richtungskörpers ist der Spermakern wahrzunehmen, welcher am vegetativen Pole des Eies vis à vis dem Eikern gleichfalls als eine kleine von einer Strahlung umgebene Vacuole erscheint. Indem der männliche und weibliche Kern sich ein wenig vergrössern, wandern sie auf einander zu und verschmelzen etwa in der Mitte des Eies, nachdem sie zusammen das Centrum einer sehr deutlichen Strahlenfigur geworden sind, mit einander zum Furchungskern.

Indem ich mich auf diese kurzen Bemerkungen beschränke, verweise ich auf die Darstellung, welche ich vor zwei Jahren von der Bildung der Richtungskörper und von der Befruchtung bei Sagitta gegeben habe (18. p. 188—190), sowie auf die noch ausführlichere und von zahlreichen Abbildungen begleitete Beschreibung, welche derselbe Gegenstand durch Fol (11. p. 35—38 u. 109—112) erfahren hat.

An die Entstehung des Furchungskerns schliessen sich alsbald die Phaenomene an, welche zur Zweitheilung führen und welche sich bei der Durchsichtigkeit des Dotters so schön wie bei wenigen Objecten beobachten lassen. Auch hierüber hat Fol (11

p. 193—197) genaue Mittheilungen gemacht, auf welche hiermit verwiesen wird.

Die Furchung, welche von mir bis zur Bildung von 16 Zellen verfolgt wurde, bietet manches Bemerkenswerthe dar. Die erste Furche, welche unterhalb der Richtungskörper beginnt und als Meridianfurche bezeichnet werden soll, verläuft vom animalen zum vegetativen Pol und zerlegt das Ei in zwei gleich grosse Halbkugeln. Diese platten sich gegenseitig ab und lagern sich fest aneinander, lassen aber jetzt schon im Centrum einen kleinen Raum zwischen sich frei, das erste Anzeichen der später immer grösser werdenden Furchungshöhle.

Bei einem regelmässigen weiteren Verlauf der Theilung müssten nun die zwei Furchen, durch welche die zwei Halbkugeln in vier Stücke zerfallen, wieder Meridiane sein, indem sie genau vom animalen zum vegetativen Pole verliefen, anstatt dessen aber treffen sie die erste Theilungsfurche in einiger Entfernung von den Polen und zwar in folgender Weise: wenn die Furche der einen Halbkugel etwas links vom animalen Pole beginnt und nun ebenso viel nach rechts vom vegetativen Pole endet, verläuft die Furche der anderen Halbkugel umgekehrt von rechts nach links. Die auf diese Weise entstehenden Theilungsebenen würden sich daher, wenn wir sie uns beide durch das ganze Ei verlängert denken, unter spitzem Winkel gegenseitig schneiden. In Folge dessen nehmen die vier Theilstücke, indem sie sich gegenseitig anpassen und an einander etwas verschieben, eine characteristische Form und Lage an, über welche Figur 5 auf Tafel XIII am besten Aufschluss gibt.

An dem animalen Pole des Eies, welcher gerade abgebildet ist, stossen nicht alle vier Zellen, wie es bei regelmässiger Furchung der Fall sein sollte, in einem Puncte zusammen, sondern nur zwei derselben berühren sich mit verbreiterten Enden und bedingen eine kurze, gerade Furche (T), welche wir ihrer Lage nach als Polarfurche benennen wollen; die beiden andern Zellen, welche von der gegenseitigen Berührung ausgeschlossen sind, enden zugespitzt an den beiden Enden der Polarfurche. Ganz dieselben Verhältnisse wiederholen sich am vegetativen Pole; nur treffen sich hier die beiden Zellen, welche den animalen Pol nicht erreichten, mit verbreiterten Enden. Sie bilden eine vegetative Polarfurche, welche die animale, wenn wir beide auf dieselbe Ebene projiciren, unter rechtem Winkel kreuzt, wie man beim Wechseln der Einstellung an dem durchsichtigen Object leicht feststellen kann. Die durch Viertheilung entstandenen vier Zellen

sind also keine regelmässigen Viertel einer Kugel; an jedem können wir ein stumpfes und ein spitzes, den Polen des Eies zugewandtes Ende unterscheiden. Je zwei aus einer Halbkugel abstammende Zellen sind dann in der Weise gruppirt, dass sie mit ihren stumpfen oder spitzen Enden nach entgegengesetzten Richtungen schauen, dass das stumpfe Ende von der einen nach dem animalen, von der anderen nach dem vegetativen Pole gewandt ist. — Die Furchungshöhle, welche man bei mittlerer Einstellung des Mikroskops wahrnimmt, hat sich etwas vergrössert.

Eine ähnliche Anordnung der vier ersten Furchungszellen wie bei Sagitta hat soeben auch Rabl[1]) an den Eiern von Planorbis genau beschrieben, er nennt die Polarfurche Querfurche und bemerkt hierzu, dass sie einen wichtigen Anhaltspunkt für die Orientirung des Keimes abgiebt.

Wenn man den Furchungsprocess der Sagitteneier noch weiter verfolgt, sieht man nach kurzer Zeit die vier Zellen in acht zerfallen durch Furchen, die in aequatorialer Richtung verlaufen. Die acht Zellen (Taf. XIII, Fig. 6) sind ziemlich gleich gross, aber von verschiedener Form, je nachdem sie aus dem abgestumpften oder dem zugespitzten Ende der ursprünglichen Viertheile hervorgegangen sind. Von ihnen kommen je zwei, welche den abgestumpften Enden der Viertheile entsprechen, an den animalen und vegetativen Pol zu liegen, wo sie in den zwei oben erwähnten Polarfurchen zusammen treffen. Die vier übrigen Zellen, welche aus den zugespitzten Enden der Viertel entstanden sind, bilden einen aequatorialen Gürtel und begrenzen vorzugsweise die Furchungshöhle, welche in der Zwischenzeit an Ausdehnung noch mehr zugenommen hat.

Die nächsten Theilungen, durch welche die acht in sechszehn Zellen vermehrt werden (Taf. XIII, Fig. 8), geschehen wieder durch Meridianfurchen. Aus den zwei am vegetativen und am animalen Pole gelegenen Zellen werden beiderseits vier, welche in der Polarfurche zusammenstossen. 8 Zellen bilden einen Gürtel am Aequator des Eies. Alle 16 Theilstücke besitzen die Form von Pyramiden, deren Spitzen nach dem Centrum des Eies gerichtet sind und die Furchungshöhle umgeben.

Durch weiter fortgesetzte Theilungen (Taf. XIII, Fig. 7) ent-

---

[1]) C. Rabl, Ueber die Entwicklung der Tellerschnecke. Morphologisches Jahrbuch. Bd. V. p. 566—567.

steht eine Blastula, von welcher Gegenbaur (15. p. 8) eine gute Abbildung und Beschreibung geliefert hat. Bei den Sagitten ist sie dadurch ausgezeichnet, dass die Furchungshöhle (F) relativ klein bleibt und von sehr langen pyramidenförmigen Zellen umgeben wird, deren Kern weit nach Aussen dicht an der Basis der Pyramide gelegen ist. Die Blastula ist von kurzer Dauer, indem rasch an ihr Veränderungen eintreten, durche welche sie in die Gastrula umgewandelt wird (Taf. XIV, Fig. 1). Ihre eine Hälfte beginnt sich nämlich abzuplatten und sich nach dem Centrum des Eies zu ein wenig einzusenken, wodurch die ursprünglich kugelige Furchungshöhle in einen napfförmigen Spaltraum (F) übergeht (Taf. XIV, Fig. 2). Die Grube auf der eingedrückten Seite der Blastula ist anfänglich ganz flach, vertieft sich aber von jetzt ab zusehends. Es hängt dies mit zwei weiteren Veränderungen am Keim zusammen, einmal damit dass sich die eingestülpte Zellenlage an die andere noch dichter anlegt und die Furchungshöhle (F) nach und nach fast ganz zum Schwund bringt, und zweitens damit, dass die Zellen eine andere Form annehmen. Während ursprünglich die nach der Furchungshöhle sich verjüngenden Zellen von einer aussergewöhnlichen Länge sind, beginnen sie sich von dem Augenblicke an, wo die eine Hälfte der Blastula sich in die andere einsenkt, in ganz auffälliger Weise zu verkürzen, je mehr durch weitere Theilungen ihre Anzahl zunimmt, dagegen bleibt ihre Breite immer ziemlich die gleiche. Da somit die Vermehrung der Zellen auf Kosten ihrer Länge bei gleich bleibender Breite erfolgt, muss die Zellenschicht als Ganzes fortwährend eine beträchtliche Vergrösserung ihrer Oberfläche erfahren und dies äussert sich darin, dass sich aus der Blastula mit abgeplattetem Pole eine typische Gastrula entwickelt, wie sie in der Figur 2 dargestellt ist.

Der Keim hat jetzt eine Becherform angenommen und besteht aus zwei Blättern, dem Ektoblast und dem Entoblast, zwischen welchen ein sehr schmaler Spaltraum (F) noch die ehemalige Furchungshöhle andeutet. Die Zellen der beiden Blätter sind cylindrisch und nur etwa halb so lang als die pyramidenförmigen Theilstücke, welche auf dem Blastulastadium (Taf. XIII, Fig. 7) die Furchungshöhle umgeben haben. Der Urdarm ist noch durch einen weiten Urmund nach Aussen geöffnet. Auf späteren Stadien nimmt er an Tiefe immer mehr zu, indem sich die beiden primären Keimblätter durch neue Zelltheilungen weiter vergrössern. Dabei schliesst er sich nach Aussen durch Verengerung des Ur-

mundes mehr ab, nach dem aboralen Pol dagegen weitet er sich aus (Taf. XIV, Fig. 3). Die Zellen der beiden Keimblätter gleichen sich in Grösse, Form und Inhalt vollständig, nur in der Lage des Kerns macht sich ein geringer Unterschied bemerkbar. Im Ektoblast ist der Kern kuglig und liegt ganz an der Peripherie der Zelle, im Entoblast ist er mehr oval und etwas weiter von dem peripheren Zellenende entfernt.

Die Gastrula der Sagitten in völlig ausgebildetem Zustande hat zuerst Gegenbaur (15. p. 10) beobachtet, aber da ihm die Zwischenstadien von der Blastula an entgingen, kam er zu einer irrigen Vorstellung von der Art und Weise, wie die Gastrula gebildet wird; er glaubte, dass die beiden Zellenschichten einer Theilung der pyramidenförmigen Zellen der Blastula direct ihren Ursprung verdankten, dass mithin die Furchungshöhle in den Urdarm überginge und der Urmund eine Neubildung sei, entstanden durch einen Durchbruch der Furchungshöhle nach Aussen „durch ein Auseinanderweichen gewisser Zellpartieen.“ Eine derartige Auffassung wurde dadurch nahe gelegt, dass die Dicke von Ektoblast und Entoblast der Gastrula zusammengerechnet dem Längsdurchmesser der pyramidenförmigen Zellen der Blastula gerade gleichkommt. Später hat Kowalevsky (26. p. 7) eine richtige Darstellung gegeben, indem er sich die Gastrula durch Einstülpung entwickeln liess und die beiden Zellenschichten den Keimblättern der höheren Thiere verglich; doch hat er die Umbildung der Blastula in die Gastrula und die hierbei sich abspielenden Vorgänge im Einzelnen nicht näher verfolgt.

Während des Gastrulastadiums, das von langem Bestande ist, treten am inneren Keimblatt eine Reihe von Veränderungen ein, die von hohem Interesse sind. Ein Theil derselben bezieht sich auf die erste Anlage der Geschlechtsorgane und ein anderer Theil auf die Bildung des Darmkanals und der Leibeshöhle.

Zur Zeit, wo der Grund der Gastrulahöhle sich auszuweiten beginnt, sind im Entoblast zwei Zellen wahrzunehmen, welche an Grösse die übrigen weit übertreffen und gerade dem Urmund gegenüber am aboralen Pole liegen (Taf. XIV, Fig. 3 ug). Beide grenzen unmittelbar an einander und sind ohne Frage die grössten von allen embryonalen Zellen dieses Stadiums. Was sie aber hauptsächlieh leicht kenntlich macht, das sind ihre ansehnlichen, bläschenförmigen, runden Kerne, welche um mehr als das Doppelte die anderen Kerne an Grösse übertreffen und mehrere

kleine Nucleoli enthalten. Bei keiner der zahlreichen Gastrulae, die ich durchmusterte, wurden sie, wenn jene ein bestimmtes Alter erreicht hatten, vermisst, woraus klar hervorgeht, dass wir es nicht etwa mit Zellen zu thun haben, die zufällig in der Theilung zurückgeblieben sind, sondern dass ihnen eine besondere morphologische Bedeutung zukömmt. Es lehrt nun auch der weitere Verlauf der Entwicklung, dass die beiden grossen Zellen im Entoblast der Gastrula den männlichen und weiblichen Geschlechtsorganen den Ursprung geben. Daher mögen sie denn schon jetzt als die Urgeschlechtszellen bezeichnet werden.

Mit dem Auftreten derselben ist es möglich am Embryo bereits die späteren Axen zu bestimmen. Eine Linie, die vom Urmund zu den Urgeschlechtszellen gezogen wird, bezeichnet die Längsaxe und zwar zeigt der Urmund das spätere Schwanzende an; eine zweite Linie, die rechtwinklig zur Längsaxe durch beide neben einander liegende Geschlechtszellen hindurchgeht, lässt sich als spätere Queraxe bestimmen und eine dritte Linie, die auf den beiden anderen senkrecht steht, wird zur dorsoventralen Axe.

Die Urgeschlechtszellen, welche sich bei ihrem ersten Auftreten mit den übrigen Entoblastzellen in derselben Schicht befinden, bedingen später am Grund des Urdarms eine kleine Hervorragung nach Innen; auf einem noch weiter vorgerückten Stadium haben sie sich getheilt und sind gleichzeitig aus dem Entoblast noch weiter in den Urdarm hineingetreten (Taf. XIV, Fig. 4); sie bilden einen höckrigen Protoplasmawulst, in welchem Zellcontouren nicht deutlich zu erkennen sind, in welchem aber in der Queraxe des Embryo vier grosse bläschenförmige Kerne nebeneinander liegen. Letztere sind auch jetzt noch grösser als die Kerne der übrigen Entoblastzellen.

Den Moment, in welchem die zwei Urgeschlechtszellen sich theilen, habe ich nicht beobachten können, da sich ein und dasselbe Ei unter dem Objectträger nicht ohne besondere Vorkehrungen stundenlang lebend erhalten lässt, sondern wegen Sauerstoffmangels und Vermehrung des Salzgehaltes des Meerwassers in Folge von Verdunstung nach einiger Zeit abstirbt. Indessen kann es bei der ganzen Sachlage keinem Zweifel unterworfen sein, dass der vierkernige Protoplasmastreifen einer Theilung der zwei aus dem Entoblast schon etwas herausgedrängten Entoblastzellen sein Dasein verdankt. Später werden in dem höckrigen Streifen die

Zellcontouren immer deutlicher. Wie schon jetzt bemerkt werden mag, stellen von den vier in der Queraxe aneinandergereihten Zellen die zwei mittleren die Anlagen der Hoden, die zwei seitlichen die Anlagen der Eierstöcke dar. Jede der zwei Urgeschlechtszellen vereinigt daher noch das Material der Eierstöcke und Hoden in sich, welches sich erst durch Theilung von einander trennt.

Während dies geschieht, hat sich auch der Urdarm in seiner Form nicht unerheblich verändert. Erstens hat sich an der oralen Hälfte der Gastrula die dorsale Wand der ventralen so dicht genähert, dass der vordere Theil des Binnenraums und der Urmund spaltförmig geworden sind (Taf. XIV, Fig. 5). Der Mundspalt liegt jetzt ebenso wie die vier Geschlechtszellen in der Queraxe des embryonalen Körpers. In Folge dessen ist der orale Theil des Urdarms am Deutlichsten zu sehen bei seitlicher Lage des Embryo, bei welcher man in die Tiefe des Spaltes blickt (Taf. XIV, Fig. 5, 7, 9), während man bei Betrachtung von der Rücken- oder Bauchfläche die den Spalt begrenzenden breiten Flächen mit ihrem Zellenmosaik vor sich hat (Taf. XIV, Fig. 6, 8, 10). Zweitens hat sich der Urdarm in demselben Maasse als er sich vorn verengert, in seinem aboralen Theil immer mehr ausgeweitet und wird jetzt durch eine eigenthümliche Einfaltung des Entoblasts in drei Räume, in einen mittleren und zwei seitliche, zerlegt.

Am besten erkennt man diese Veränderungen, wenn man ein Ei so lagert, dass seine dorsoventrale Axe mit der Axe des Mikroskops zusammenfällt. Ein Criterium dafür, ob man eine solche Lage vor Augen hat, geben die vier Geschlechtszellen und der Gastrulaspalt. Die vier Geschlechtszellen, welche sich in der Queraxe des Embryo befinden, müssen in einer Linie neben einander deutlich zu sehen sein und die den Gastrulaspalt begrenzenden Flächen und die Urmundränder müssen dann gleichfalls parallel zur Ebene des Objectträgers liegen. Die Figuren 6, 8, 10 entsprechen diesen Anforderungen, und zeigt uns unter ihnen Figur 6 den Anfang des jetzt näher zu untersuchenden Einfaltungsprocesses. Im erweiterten aboralen Theil des Urdarms hat sich der Entoblast vom Ektoblast an zwei Stellen etwas abgehoben und in zwei kleine Falten gelegt, welche in den Urdarm ein wenig hineinragen und denselben in einen weiteren mittleren Raum und zwei kleinere seitliche Divertikel scheiden. Der

Mittelraum enthält die vier Geschlechtszellen, welche in Folge der beschriebenen Vorgänge ihre Lage verändert und sich vom aboralen Pol der Gastrula etwas nach dem Urmund zu entfernt haben.

Durch einen weiteren Fortschritt der Einfaltung entsteht das in Figur 8 dargestellte Bild. Die Cylinderzellen des Entoblasts haben sich namentlich im aboralen Theil des Urdarms durch Theilung weiter vervielfältigt und dadurch an Höhe wiederum verloren. Die zwei Falten haben sich beträchtlich vergrössert und sind fast bis in die Mitte des Gastrulakörpers hineingewuchert. Dabei haben sich ihre Ursprungsstellen von der Seite mehr nach der Mitte zu vorgeschoben, wodurch der ursprünglich weite Mittelraum auf einen schmalen Spalt reducirt worden ist, der nun den gleichfalls spaltförmigen Seitenräumen gleicht. Nach ihrer zukünftigen Bestimmung wollen wir schon jetzt den mittleren Raum als Darmspalt (ds) und die beiden seitlichen Räume als Leibesspalten (c) bezeichnen. Mit der zunehmenden Verengerung des ersteren sind die vier Geschlechtszellen (ug) durch die vorwachsenden Falten bis in die Mitte der Gastrula gleichsam hineingeschoben worden und liegen hier an der Stelle wo der Darmspalt sich in den oralen Theil des noch einheitlichen Urdarms öffnet. Sie überbrücken die spaltförmige Oeffnung, indem sie quer von einem Faltenrand zum andern in einer Reihe hinüberreichen. Die vier Zellen sind deutlicher als früher von einander abgegrenzt und sind nach wie vor an ihren vier grossen bläschenförmigen Kernen jederzeit leicht zu erkennen.

Auf dem dritten, in Figur 10 abgebildeten Stadium hat die Gastrula im Ganzen ein wenig an Länge zugenommen. Die beiden Falten des Entoblasts sind weiter gewachsen und reichen schon in die orale Hälfte hinein, wobei sie mit ihren Rändern die vier Geschlechtszellen immer vor sich herschieben.

Eine Ergänzung erhalten die eben beschriebenen Bilder, wenn man die Eier um einen rechten Winkel dreht, so dass man sie von der Seite betrachtet (Taf. XIV, Fig. 5, 7, 9). Der vordere Theil des Urdarms erscheint jetzt deutlich als Spalt, bei scharfer Einstellung ist immer nur eine Geschlechtszelle (ug) sichtbar, da die übrigen entweder über oder unter ihr liegen. Die sich bildenden Falten (E) des Entoblasts werden von der Fläche gesehen und kehren daher dem Beobachter das Mosaik ihres Cylinderepithels zu. Da ferner die Eier auf dem optischen Durchschnitt gezeichnet und gerade halbirt sind, ist natürlich immer nur eine

der zwei Falten und zwar nur ihre den Darmspalt begrenzende Wand zu überblicken.

In Figur 5, welche die seitliche Ansicht von Figur 6 ist, wird der erweiterte Grund des Urdarms schon ein wenig durch einen kleinen Wulst des Entoblasts (E) eingeengt.

In Figur 7, der Ergänzung zu Figur 8, hat sich der Wulst E vergrössert und füllt die dargestellte Hälfte der aboralen Urdarmhöhle fast ganz aus. Das vorliegende Bild ist kein vollständig symmetrisches. Erstens sind auf seiner linken Seite die Zellen des Ektoblasts viel höher als rechts und da auch auf späteren Entwicklungsstadien der Ektoblast ventralwärts verdickt ist, wird man nicht fehlschliessen, wenn man schon jetzt die linke Seite für die Bauchseite, die rechte für den Rücken des Embryo erklärt. Zweitens geht der Wulst (E) des Entoblasts links und aboral in die Wand der Gastrula continuirlich über, während er nach rechts durch einen Spalt von ihr getrennt ist. Daraus folgt, dass die zwei in Figur 8 auf dem Querschnitt gesehenen Falten (E) von der aboralen und ventralen Wand des Urdarms ihren Ausgang genommen haben und von hier der dorsalen Wand entgegen wuchern, und dass die drei von ihnen gebildeten Spalträume sowohl nach dem Urmund als auch am späteren Rücken des Embryo unter einander communiciren.

In Figur 9 endlich, der Seitenansicht von Figur 10, hat sich der dorsale Faltenrand an die entgegengesetzte Entoblastfläche fest angelegt. Indem er mit ihr später verlöthet, öffnen sich dann die beiden Leibesspalten (c) und der Darmspalt (ds) nur noch nach dem ungetheilten Raum des Urdarms.

Bei der seitlichen Ansicht ist auch die Verlagerung der Geschlechtszellen (ug) gut zu verfolgen. In Figur 5 noch am Grunde des Urdarms gelegen, sind sie in Figur 7 und 9 nach dem Gastrulamund durch die zwei Falten vorgeschoben. Sie werden vom oralen Rand derselben getragen und berühren dorsal und ventral die Wandungen des von hier ab spaltförmig werdenden Urdarms. Der Spalt desselben kreuzt unter rechtem Winkel die Richtung, in welcher der Spalt des sich entwickelnden bleibenden Darms verläuft.

Sehr instructive Bilder gewähren endlich Eier, die man so gelagert hat, dass sie ihren oralen oder aboralen Pol dem Beobachter zukehren. Von einem so gelagerten Ei zeigt uns Figur 11 einen optischen Durchschnitt durch die Gegend, wo die zwei Fal-

ten (E) des Entoblasts in den Urdarm hineingewuchert sind. Sie entspringen, wie deutlich zu sehen ist, von der ventralen Wand und treffen mit ihren Rändern, an denen das eine Blatt der Falte in das andere umbiegt, die dorsale Wand. Sowohl mit dieser als auch unter einander sind die Faltenränder im Begriffe zu verschmelzen, und sind daher der mittlere Darm (ds) und die seitlichen engen Leibesspalten (c) von einander auch dorsalwärts schon vollständig abgeschlossen. Von links nach rechts folgen sich auf dem Querschnitt im Ganzen acht Zellenschichten auf einander, von denen zwei den Darmspalt, vier die zwei Leibesspalten und zwei den Körper nach Aussen begrenzen. Wir können dieselben als Entoblast (En), als parietales und viscerales Blatt des Mesoblasts (Me^2 u. Me^1) und als Ektoblast (Ek) benennen. Die zukünftige Bestimmung dieser Schichten ist leicht fest zu stellen. Die beiden innern werden zum Darmdrüsenblatt, die links und rechts angrenzenden zum Darmfaserblatt und die nach Aussen von den Leibesspalten folgenden zum Hautfaser- und Hornblatt.

Bevor wir in der Beschreibung der weiteren Entwicklungsvorgänge fortfahren, möge ein geschichtlicher Excurs hier Platz finden. Kowalevsky hat sich durch seine embryologischen Studien das grosse Verdienst erworben, uns von der Entstehung der Darm- und Leibeshöhle der Sagitta eine richtige Vorstellung verschafft zu haben, indem er zuerst die von zwei Stellen des Urdarms ausgehende Faltenbildung des Entoblasts beobachtete. Kowalevsky hat indessen nur die allgemeinen Umrisse von diesem fundamental wichtigen Entwicklungsprocess der Sagitta gegeben, über alles Detail geht er hinweg; so hat er auch ganz das frühzeitige Auftreten der Geschlechtszellen übersehen und hat dieselben erst bei schon weit entwickelten, ausgeschlüpften Larven beschrieben. Hier hat nun Bütschli (1. p. 409) in einer kurzen Mittheilung „Zur Entwicklungsgeschichte der Sagitta“ ergänzend eingegriffen. In der Einstülpungshöhle der Gastrula schildert derselbe „einen aus einer Anzahl Zellen bestehenden rundlichen Körper, der sich von der inneren Zellenschicht losgelöst hat“; er lässt ihn „von der sich entwickelnden Darmfalte mehr und mehr nach der Mitte des Embryo hingeschoben“ und hier „in der Querdimension des Embryo zu einem längeren Strang ausgezogen werden, der durch zwei tiefe und eine seichtere Einschnürung in vier ungefähr eiförmige Partieen getheilt ist.“ Jede dieser vier Partieen hält Bütschli für mehrzellig und lässt die-

selben zu den späteren Geschlechtsorganen werden und zwar die aussen liegenden zu den Eierstöcken, die innen liegenden zu den Hoden. Diese Deutungen Bütschli's sind richtig, seine Beobachtungen aber unvollständig. Die zwei grossen Urgeschlechtszellen am aboralen Pole der Gastrula sind ihm entgangen, ebenso auch die Thatsache, dass jede der vier Anlagen der Geschlechtsorgane während der Entwicklung in der Eihülle nur eine einzige grosse Zelle mit bläschenförmigem Kern ist. Sowohl die Figuren von Kowalevsky, als von Bütschli sind schematisch gehalten.

Der nächste Fortschritt im Entwicklungsleben der Sagitta führt zur Bildung des bleibenden Mundes. Wie schon Kowalevsky richtig beobachtet hat, tritt derselbe am aboralen Pole der Larve auf. Hier entsteht eine kleine Einbuchtung des Ektoblasts gerade vis à vis dem blinden Ende des Darmspaltes. Die Grenze zwischen Ektoblast und Entoblast, die auf dem vorhergehenden Stadium (Taf. XIV, Fig. 7 u. 8) eine vollkommen scharfe war, verschwimmt in der Umgebung der Einsenkung (Fig. 9 u. 10 o). Endlich kommt, indem die Zellen sich abflachen und aus einander weichen, eine freie Communication zwischen dem Grund der Mundbucht und dem Darmspalt (Fig. 12 o) zu Stande. Der letztere öffnet sich daher eine Zeit lang nach zwei Richtungen, 1) nach Aussen durch den bleibenden Mund und 2) in den nach dem Urmund zu gelegenen Theil des Urdarms.

Bis jetzt hatte der Embryo während aller Veränderungen im Grossen und Ganzen die Kugelgestalt beibehalten, von dem Zeitpunkt jedoch, wo der Durchbruch des bleibenden Mundes erfolgt ist, beginnt er sich in auffälliger Weise zu strecken und in immer rascherem Tempo in die Länge zu wachsen, womit eine entsprechende Abnahme in querer und dorsoventraler Richtung einher geht. Zunächst nimmt der Embryo eine ovale Form an (Taf. XIII, Fig. 1), darauf wird er bei fortgesetztem Längenwachsthum gezwungen sich zu krümmen, da eine weitere Streckung durch die Eihüllen gehemmt wird (Fig. 3). Die Einkrümmung erfolgt ventralwärts, was daraus geschlossen werden kann, dass der Ektoblast auf der concaven Seite viel dicker als auf der convexen ist; sie wird bald so stark, dass der durch den bleibenden Mund deutlich gekennzeichnete Kopftheil des Embryo mit dem entgegengesetzten Schwanzende zusammenstösst (Fig. 4). Auf einem noch älteren Stadium schieben sich beide Enden aneinander vorbei, bis endlich der nun deutlich wurmförmig gewor-

dene dünne Embryo vor seinem Ausschlüpfen in der Eihülle in mehreren Spiralen zusammengerollt ist.

Ueber die inneren Veränderungen, die während dieser Streckung sich im Embryo vollziehen, geht Kowalevsky rasch hinweg; er gibt noch an, dass der Gastrulamund sich frühzeitig schliesst und dass im Schwanz die mittlere Scheidewand entsteht, dass er aber ihre Bildung nicht habe beobachten können. Er vermuthet nur, dass die äusseren Blätter der beiden Falten da, wo das Darmrohr aufhört, zusammentreten und weiter nach unten wachsend die Scheidewand bilden. Im Uebrigen beschränkt sich Kowalevsky auf die Bemerkung, dass beim weiteren Wachsthum des Embryo keine wesentliche Veränderung an seiner Organisation zu bemerken sei. Das ist indessen, wie die weitere Beschreibung zeigen wird, keineswegs der Fall.

Beginnen wir mit dem Stadium, wo der Embryo eine ovale Form angenommen hat. In Figur 1, welche einen solchen Embryo vom Rücken gesehen darstellt, hat sich der Urmund (u) geschlossen und es deutet nur noch eine kleine Einbuchtung am Schwanzende und der Umstand, dass in ihrem Bereich die scharfe Abgrenzung zwischen Ektoblast und Entoblast vermisst wird, den Ort an, wo die Verlöthung der Urmundränder stattgefunden hat. Ein Theil der Urdarmhöhle hat sich immer noch ungetheilt erhalten und bildet hinter den Anlagen der Geschlechtsorgane einen dreieckigen und engen Spaltraum (ud), der in Figur 1 wenig auffällt, weil er nicht auf dem Querschnitt, sondern von der Fläche gesehen wird.

Die Darmanlage (d) hat sich nach rückwärts verlängert und haben sich hierbei ihre Wandungen so dicht an einander gelegt, dass das oben beschriebene und auf Tafel XIV Figur 12 abgebildete spaltförmige Lumen verschwunden ist. Das begrenzende Epithel ist stark abgeflacht, in ihm sind die Contouren der Zellen, welche sich durch Theilung vervielfältigt haben, nicht mehr zu unterscheiden. In Folge dessen erscheint jetzt die Darmanlage als ein nahezu homogener und solider Streifen, dessen Querdurchmesser sich im Vergleich zu früher bedeutend verringert hat. Nur ihr vorderster Abschnitt, der sich zur Kopfdarmhöhle entwickelt, gewährt einen anderen Anblick, er zeigt einen klaffenden Spalt und lässt in seinen Wandungen die Zellcontouren besser erkennen, er ist breiter als der folgende solide Abschnitt, von dem er sich überhaupt ziemlich scharf abgrenzt. Ich vermuthe, dass die Kopfdarmhöhle auf eine Einwucherung des

Ektoblasts zurückzuführen sein wird und dass sich hieraus die Verschiedenheit im Bau erklärt. Dieselbe Vermuthung hat auch schon *Bütschli* (1) ausgesprochen. Ein Beweis wird sich freilich schwer beibringen lassen, da ich nicht wüsste, wie man auf dem vorausgegangenen Stadium bei der Gleichartigkeit der Zellen bestimmen will, wo die Zellen vom Ektoblast aufhören und diejenigen vom Entoblast beginnen.

Die Veränderung, welche an den 4 Geschlechtszellen (ug) *eingetreten* ist, beschränkt sich allein auf ihr gegenseitiges Lageverhältniss. Während sie früher in der Queraxe des Embryo in einer geraden Linie neben einander gereiht waren, beschreiben sie jetzt, von der Rückenseite aus gesehen, einen Bogen, dessen Concavität dem Kopfende zugewandt ist. Die beiden seitlichen Geschlechtszellen (ug^1), welche, wie bereits bemerkt, die Anlagen der Eierstöcke vorstellen, sind nach dem Kopfende des Embryo zu vorgeschoben und drängen sich zwischen das parietale (Me^2) und das viscerale Blatt (Me^1) des Mesoblasts in den Leibesspalt (c) hinein, während die beiden Anlagen der Hoden (ug^2) noch von den Rändern der beiden Einfaltungen getragen werden. Auf späteren Stadien prägt sich der Unterschied in der Lage immer schärfer aus, wie Figur 2 und noch besser die seitliche Ansicht Figur 3 erkennen lässt, und dies führt endlich zu dem Resultate, dass die Anlagen der Eierstöcke in gerader Richtung vor die Anlagen der Hoden zu liegen kommen. *Die 4 Zellen, welche durch ihre auffallend grossen Kerne bei einiger Aufmerksamkeit nicht übersehen werden können, bilden dann die Ecken eines Quadrates* (Taf. XIII Fig. 12). Die Ursache zu diesen Lageverschiebungen scheint mir auch hier wieder in dem *Wachsthum der zwei Falten des Entoblasts* gegeben zu sein, deren Veränderungen wir jetzt noch nachzutragen haben.

Dadurch, dass die Darmspalte durch Aneinanderlagerung ihrer Wandungen schwindet, machen die doppelten Falten nunmehr den Eindruck einer einfachen Falte (Taf. XIII Fig. 2); dieselbe schiebt sich zur Zeit, wo die Krümmung des Embryo erfolgt, wie ein Keil zwischen die 4 Geschlechtszellen hinein (Taf. XIII Fig. 11), so dass zuletzt die mittleren von ihnen (ug^2) oder die Anlagen der Hoden nach links und rechts auseinander weichen und sich zur Seite lagern. Dann dringt die Falte nach dem Schwanzende zu weiter vor und zerlegt die hier noch längere Zeit bestehende Urdarmhöhle (ud) allmählich in eine linke und rechte Hälfte. Zwischen

beiden besteht auf dem Stadium, wo sich Kopf und Schwanz des eingekrümmten Embryo entgegenwachsen, nur eine kleine Communication als Rest des früher einheitlichen Raums. Bald ist auch dieser Rest geschwunden und die Scheidewandbildung in der ganzen Länge der Sagitta beendet.

Während des Ablaufs der beschriebenen Erscheinungen verschwindet im Inneren des Körpers, wobei wir immer von der Kopfdarmhöhle absehen, jede Spur einer Höhlung. In derselben Weise wie zuerst am Darmspalt werden bald darauf auch an den zwei Leibesspalten die Wandungen dicht aufeinandergepresst: Parietales und viscerales Blatt des Mesoblasts erzeugen dann gleichsam einen einfachen Mesoblaststreifen.

Hiermit sind die wichtigsten Veränderungen vollendet, welche die Sagitta während des Eilebens erfährt. Und so beschliesse ich denn diesen Abschnitt, indem ich noch von einem Sagittenembryo, dessen Schwanz am Kopf in einer Spirale sich vorbeizuschieben beginnt, die Bilder beschreibe, welche bei einer Seiten- und Rückenansicht, sowie auf optischen Durchschnitten entstehen. Man erhält solche Bilder von den verschiedenen Regionen des Leibes leicht durch Rollen der Eier.

Bei einer Seitenansicht ist wenig von der inneren Structur des Embryo wahrzunehmen; die Darmanlage und die zwei Mesoblaststreifen erscheinen, da sie ohne trennende Zwischenräume in der Axe des Mikroskops dicht hinter einander liegen und sich gegenseitig vollständig decken, wie eine einzige, wurstförmige Zellenmasse, die nach Aussen vom Ektoblast überzogen wird (Taf. XIII Fig. 4). Als besonders unterscheidbare Gebilde treten etwas hinter der Mitte des Embryo in der Zellenmasse nur zwei dicht hintereinander gelagerte grosse bläschenförmige Kerne (ug^1 u. ug^2) und unter ihnen bei etwas tieferer Einstellung zwei weitere ebensolche Kerne hervor, welche den vier Geschlechtszellen angehören.

Viel lehrreicher sind die dorsoventrale Ansicht und die optischen Querschnitte. Bei dorsoventraler Ansicht (Taf. XIII Fig. 12) sieht man einen schmalen Zellenstreifen (En), die Anlage des Darmkanals, von der Kopfdarmhöhle bis zum Schwanzende verlaufen und den wurmförmigen Körper in eine linke und rechte Hälfte zerlegen. Zu beiden Seiten der Darmanlage, die sich nach dem Schwanze zu etwas verschmälert, erstrecken sich die zwei breiten Mesoblaststreifen (Me), begrenzt nach Aussen vom

Ektoblast (Ek). Hat man gerade die Mitte des Embryo vor sich, so werden in den beiden Mesoblaststreifen noch je 2 hintereinander liegende Geschlechtszellen (ug^1 u. ug^2) sichtbar.

Auf den optischen Querschnitten bietet der Körper eine ovale, in dorsoventraler Richtung comprimirte Form dar (Fig. 15). Die Darmanlage (En) gleicht dem Durchschnitt einer biconcaven Linse; in ihr bemerkt man, wenn Essigsäure zum Präparate hinzugefügt wird, im Ganzen nur 2 Zellkerne, welche die verdickten Ränder einnehmen, während die verdünnte mittlere Partie überall kernlos ist. Die Querschnitte des Mesoblasts (Me) sind zwei Halbkreise, in denen bei Zusatz von Essigsäure 8—12 Zellkerne deutlich werden. Die optischen Querschnitte durch den Körper des Embryo, mögen sie seinem vorderen oder hinteren Ende entnommen sein, ergeben, wenn wir von Modificationen an zwei Stellen absehen, immer das gleiche Bild. Darmanlage oder Entoblast und die beiden Mesoblaststreifen stellen vollkommen solide Zellenmassen vor, welche durch glatte Contouren sowohl von einander als auch vom Ektoblast überaus scharf abgegrenzt sind. Besondere Zellen sind in ihnen im frischen Zustande nicht mehr zu unterscheiden und auch bei Zusatz von Essigsäure werden nur die Kerne, nicht aber die Zellcontouren deutlich.

Sehr lehrreich für das Studium der eigenthümlichen Veränderungen, welche Hand in Hand mit der Streckung des Körpers an dem Mesoblast und der Darmanlage vor sich gegangen sind, ist eine Vergleichung von drei Querschnitten, welche drei verschiedenen Stadien des embryonalen Lebens angehören (Taf. XIV Fig. 11, Taf. XIII Fig. 13 u. Fig. 15). Namentlich zeigen sie uns in bemerkenswerther Weise, wie allmählich im Inneren des Körpers zuerst der Darmspalt (ds), alsdann die Leibesspalten (c) schwinden und wie mit der Verkleinerung der Zellen durch Theilung ihre Unterscheidbarkeit immer mehr aufhört.

Die Modificationen des Querschnittsbildes, von welchen ich oben sprach, betreffen den Anfang und die Mitte des Körpers. Unmittelbar hinter dem Kopf ist der Ektoblast ventral und lateral etwas verdickt und liefert das Bildungsmaterial, aus welchem sich später das Bauchganglion differenzirt. In der Mitte des Körpers sind auf dem optischen Durchschnitt (Taf. XIII Fig. 15 ug^1) die Anlagen der Eierstöcke oder der Hoden bei verschieden tiefer Einstellung des Mikroskopes zu sehen; mitten im Mesoblast gelegen, sind sie an den grossen Kernen mit zahlreichen Nucleoli leicht kenntlich.

Auf dem vorliegenden Stadium ist der Kopf des Embryo vom Rumpf schon deutlich abgesetzt. Der in ihm verlaufende Anfangstheil des Darms ist wie von Anfang an so auch später mit einem gut sichtbaren Hohlraum versehen und wird von einer einfachen Lage cylindrischer Zellen ausgekleidet. Er ist daher viel breiter als die solide und von links nach rechts stark abgeplattete Darmanlage des übrigen Körpers. In den Kopf senden ferner die beiden Mesoblaststreifen des Rumpfes zwei Fortsätze, die sich nach vorn verschmälern und dabei auseinander weichen, um den breiten Kopfdarm zu umfassen. Sie sind gleichfalls solid und bestehen aus zwei Zellenlagen. Ich habe daher die Angabe von Bütschli nicht bestätigen können, dass schon zu der Zeit, wo sich der Embryo eben zu strecken beginnt, der Mesoblast des Kopfes von demjenigen des Rumpfes abgeschnürt sei und eine linke und rechte Blase mit weitem Binnenraum bilde, dass ferner aus ihrer hinteren Wand und der angrenzenden Wand vom Mesoblast des Rumpfes die vordere Querscheidewand zwischen Kopf- und Rumpfhöhle hervorgehe. Ich bezweifle nicht, dass ein derartiger Process während der Entwickelung Platz greifen muss, habe ihn aber selbst nicht beobachten können, weil schon frühzeitig die Wandungen des Mesoblasts aufeinander gepresst werden. Bütschli scheint eine andere Sagittenart als ich zur Untersuchung benutzt zu haben. Ich möchte dies auch daraus schliessen, dass er die beiden Hälften der Leibeshöhle in seiner Figur 7 noch mit einem weiten Spalt versehen darstellt, während sie bei der von mir untersuchten Art ihr Lumen schon verloren hatten.

Wenn der Embryo in seiner Entwicklung so weit gediehen ist, rückt der Zeitpunkt heran, wo er aus den Eihüllen ausschlüpft. Er beginnt jetzt, mehrere Tage nach der Ablage des Eies schwache Bewegungen in der Eihaut auszuführen, was andeutet, dass Muskelfasern ausgeschieden worden sind, und so sprengt er allmählich seine Hülle und bewegt sich nun im Wasser schwimmend fort als ein dünnes ganz durchsichtiges Würmchen, welches man indessen bei einiger Aufmerksamkeit auch mit unbewaffnetem Auge in kleinen Gefässen als einen glänzenden Streifen erkennen und mit einer Glasröhre aus dem Wasser herausfischen kann. Von der Spadella cephaloptera habe ich ebenfalls Larven gezüchtet. Dieselben sind kleiner als von der Sagitta bipunctata, aber etwas gedrungener und nicht so durchsichtig, weil ihre Zellen mit dem gelblichen Dottermaterial, welches auch die Eier dunkel erscheinen lässt, versehen sind. Zur Untersuchung empfehlen sie sich daher

auch weniger als die andere Art. Schon bei ihrem Ausschlüpfen besitzen die Larven der Spadella cephaloptera wie die erwachsenen Thiere die Fähigkeit, sich an andere Gegenstände festzukleben, und gewöhnlich sitzen sie in grösserer Anzahl an den Objecten fest, an welchen die Eier abgelegt und mit Gallertstielen befestigt worden waren.

Es wird nunmehr noch meine Aufgabe sein, 1. den Bau einer eben ausgeschlüpften Larve zu beschreiben und 2. die Veränderungen zu verfolgen, welche die frei herumschwimmenden Thiere bis zu ihrer Geschlechtsreife erleiden.

Die kleinen aus den Eihüllen ausgeschlüpften Sagitten, deren eine in Figur 5 auf Tafel IX bei 80facher Vergrösserung dargestellt ist, sind von Anfang an äusserst beweglich und im Verhältniss zur Länge sehr dünn. Das stark verjüngte Schwanzende ist von einem schmalen horizontalen Flossensaume umgeben und ebenso sind auch schon die hinteren seitlichen Flossen angelegt, während die vorderen noch fehlen und erst an älteren Larven hervortreten.

Die Flossen, die sich im letzten Stadium des Eilebens entwickelt haben, sind ohne Betheiligung des Mesoblasts einzig und allein durch eine flächenhafte Ausbreitung der Ektoblastzellen entstanden. Auch sind in ihnen schon jetzt zarte Flossenfädchen wahrzunehmen, denen hie und da eine langgestreckte Zelle, wohl ihre Bildnerin, angeschmiegt war.

Ueber die Oberfläche der beweglichen Larve ragen an vielen Stellen lange und steife Tastborsten hervor, die rechtwinklig abstehen und beim lebenden Thiere beständig in zitternder Bewegung sind. Sie finden sich am Kopf, am Rumpf und sogar auf den schmalen und dünnen Flossensäumen. In der vorderen Hälfte der Larve ist das Ektoderm ventral verdickt und hat sich in eine tiefere und eine oberflächliche Schicht gesondert, die man bei Zusatz von Reagentien und nach Carminfärbung deutlich unterscheiden kann. Die tiefere Schicht wird aus mehreren Lagen kleiner dicht zusammengedrängter Zellen gebildet, deren Kerne sich mit Farbstoff lebhaft imbibiren. Sie grenzen sich gegen die dünne oberflächliche Schicht grösserer und abgeplatteter Ektodermzellen ziemlich gut ab. In dem kleinzelligen Körper haben wir die Anlage des Bauchganglions vor uns, welches bei der Larve im Unterschied zum ausgewachsenen Thiere relativ gross ist, da es unmittelbar hinter dem Kopf beginnend fast bis zu den Geschlechtszellen heranreicht und auch nicht allein die Bauchfläche, sondern ebenso die Seitenfläche einnimmt und nur den Rücken

frei lässt. Die Anlage des Bauchganglions umhüllt daher fast das ganze Rumpfsegment. An der Oberfläche des Kopfes stellt eine Verdickung des Ektoderms die Anlage des oberen Schlundganglions dar. Beide Ganglien sind noch rein zellige Gebilde ohne eine nachweisbare Ansammlung fibrillärer Nervensubstanz.

Während das Ektoderm gegen früher auffällige Differenzirungen eingegangen ist, haben sich die inneren Theile der Larve nur wenig verändert. Sie stellen zusammen einen dünnen cylindrischen Strang dar, der nach hinten verjüngt in eine Spitze ausläuft und durch eine glatte Contour überall haarscharf vom Ektoderm getrennt wird. Der cylindrische Strang ist, wie beim Embryo, noch durch und durch solid ohne Spur einer Darm- und einer Leibeshöhle. Der Darm, welcher zwar im Kopf mit einer Höhlung beginnt, verschmälert sich bei seinem Eintritt in den Rumpf unter Verlust seines Lumen zu einem soliden Band, welches bis in die Mitte des Körpers, wo die vier Geschlechtszellen mit ihren grossen bläschenförmigen Kernen im Mesoderm eingeschlossen sind, ein und denselben Querdurchmesser aufweist, von hier an aber zu einer ganz dünnen Scheidewand wird, welche das zugespitzte Schwanzende halbirt. Bei der freigewordenen Larve hat also die Darmanlage im Vergleich zu den früheren Entwicklungsstadien, wo sie die ganze Länge des Embryo gleichmässig durchsetzte, eine Sonderung in 2 Abschnitte erfahren, in einen vorderen, bis zu den Geschlechtszellen reichenden Abschnitt, der allein zum bleibenden Darm wird, und in einen hinteren verdünnten Abschnitt, welcher in die Bildung des Schwanzseptum mit eingeht.

Ich bin hier zu einem anderen Resultat gekommen, als Kowalevsky erwartet hat, wenn er annimmt, dass das linke und rechte Darmfaserblatt nach hinten weiter wachsen und das Septum erzeugen ohne Betheiligung des Darms, welcher früher aufhöre. Nach meinen Beobachtungen enthalten die Embryonen und Larven der Sagitten — ich hebe es noch einmal hervor — auch im späteren Schwanzsegment eine Darmanlage; während aber später der Rumpfdarm ein Lumen erhält und in Function tritt, bleibt der Schwanzdarm geschlossen und bildet sich zurück, indem er mit den angrenzenden visceralen Blättern des Mesoblast zum Septum wird. Es erinnert dies an Vorkommnisse bei den Embryonen der Wirbelthiere, wo ebenfalls ein über den After hinaus sich verlängernder und in den Schwanz eindringender Abschnitt des Darms angelegt wird, um dann später vollkommen zu atrophiren. Wie und zu welcher Zeit bei den Sagitten der After als Neubildung

entsteht, ist mir bei der Kleinheit der Zellen und der ausserordentlich zarten Beschaffenheit aller Theile verborgen geblieben.

Die einzige Veränderung, welche am Mesoblast erfolgt ist, betrifft die Ausscheidung von Muskelfasern, welche an den Larven namentlich bei Essigsäurezusatz deutlich werden und vier Bänder auf der Oberfläche des cylindrischen Binnenkörpers bilden. Jedes Band setzt sich aus einer einfachen Lage quergestreifter sehr zarter Fibrillen zusammen. Kowalevsky, indem er gleiche Beobachtungen mittheilt, bemerkt, man könne bei den Sagitten „mit vollständiger Sicherheit annehmen, dass die Muskeln aus dem äusseren Theile der Zellen des unteren Blattes entstehen, da die Grenzlinie der ursprünglichen zwei Blätter während der ganzen Entwicklung scharf und deutlich ausgeprägt sei." Mir scheinen die Bilder nicht so beweiskräftig zu sein; wenn auch die beiden Zellenschichten von einander jeder Zeit gut abgegrenzt sind, so habe ich doch kein sicheres Criterium finden können, um zu entscheiden, ob von dem Ektoblast oder dem Mesoblast die zwischen beiden gelegenen Muskelfibrillen ausgeschieden worden sind. Viel beweiskräftiger scheint mir hier die histologische Untersuchung der ausgebildeten Muskulatur zu sein; hier weisen verschiedene Punkte, die schon im anatomischen Theile geltend gemacht worden sind, auf einen mesodermalen Ursprung hin und bestätigen so die von Kowalevsky geäusserte Vermuthung.

Um in den Bau der ausgeschlüpften Larven noch weiter einzudringen, habe ich durch dieselben Querschnitte angefertigt, nachdem ich sie 5 Minuten mit Osmiumsäure behandelt, in Beale'schen-Carmin gefärbt, mit Alcohol gehärtet und in einem Gemisch von Wachs und Oel eingeschlossen hatte. Zwei Querschnitte, welche aus einer Serie in den Figuren 16 und 17 auf Tafel XIII abgebildet worden sind und von welchen der eine (Fig. 16) durch den vorderen Theil des Rumpfes, der andere (Fig. 17) durch das Schwanzende der Larve hindurchgelegt worden ist, liefern uns gleichfalls eine Bestätigung der schon oben gegebenen Darstellung und ähneln den optischen Durchschnitten durch einen noch in den Eihüllen zusammengerollten Embryo. Die vier Gruppen von Körnern zwischen Ektoblast und Mesoblast sind die querdurchschnittenen Muskelfibrillen. Der Mesoblast besteht aus zwei Lagen von Zellen, von welchen eine an die Muskelbänder und eine an die Darmanlage angrenzt (Hautfaserblatt und Darmfaserblatt). In der Darmanlage sind nur zwei Kerne zu sehen, während die Zellgrenzen sich nicht markiren. Die Verdickung des Ektoderms

in Figur 16 ist die Anlage des Bauchganglions. Ein grosser Theil der Zellen ist noch mit den durchsichtigen Dotterkörnern erfüllt.

Nach dem Ausschlüpfen habe ich die Larven noch 10 Tage in meinen Gläsern am Leben erhalten und während dieses Zeitraums folgende Veränderungen an ihnen eintreten sehen. Durch vielfältige Theilungen werden die Zellen ausserordentlich klein, so dass ihre Contouren nicht wahrzunehmen sind. Indem hierbei die Larve an Länge und Breite zunimmt, werden im Innern des Körpers die Hohlräume mehr und mehr deutlich. Der Darm ist jetzt ein dünner von sehr kleinen Zellen begrenzter Schlauch; links und rechts von ihm erscheinen die Leibesspalten, mit deren Auftreten zugleich auch das vordere und hintere Querseptum zu erkennen ist. Wahrscheinlich entwickeln sich dieselben durch Faltenbildung und Verschmelzung des parietalen und visceralen Blattes des Mesoblasts. Die vier Geschlechtszellen haben sich noch immer ungetheilt erhalten und sind mit dem Auftreten der Rumpf- und Schwanzhöhle an die Seitenwand des Körpers gerückt, welcher sie breit aufsitzen, während sie nach Innen halbkuglig vorspringen und hier von dünnen endothelartig abgeplatteten Zellen bedeckt werden. Die weiblichen Geschlechtszellen sind unmittelbar vor dem Querseptum, die männlichen unmittelbar hinter demselben gelegen (Taf. XIII Fig. 14).

Im Inneren des Kopfes haben sich die Hauptmuskelgruppen differenzirt, zu seinen beiden Seiten sind die Greifhaken als dünne gebogene Borsten und auf der oberen Fläche der Epidermis die Augen als zwei kleine schwarz pigmentirte Flecken wahrzunehmen.

Die Veränderungen, die noch weiterhin bis zur Geschlechtsreife eintreten, kann man leicht verfolgen, da man im pelagischen Auftrieb jederzeit neben ausgewachsenen Exemplaren von Sagitta bipunctata, serratodentata und hexaptera auch Jugendformen jeden Alters erhält. Die Veränderungen betreffen hauptsächlich zwei Organe, 1) das Bauchganglion und 2) die Geschlechtsorgane.

Das Bauchganglion bleibt von jetzt ab in seinem Wachsthum hinter andern Theilen sehr zurück. Während es beim Abschluss der embryonalen Periode fast die halbe Länge der Larve erreichte, ist es bei mittelgrossen Thieren schon bedeutend kleiner als das stark gewachsene Rumpfsegment, welches sich nach vorn und hinten weiter ausdehnt, und ebenso bedeckt es auch die Seitenfläche des Rumpfes nur etwa zur Hälfte, wie Figur 9 auf Tafel X zeigt. Bei erwachsenen Thieren endlich ist es ganz auf die Bauchfläche

beschränkt, wo es einen kleinen Knoten in der Epidermis hervorruft. Die histologische Differenzirung des Ganglions erfolgt in der Weise, dass fibrilläre Nervensubstanz von den ursprünglich gleichartigen kleinen Zellen der Anlage in einem ventral und auf der Muskulatur gelegenen Streifen ausgeschieden wird, welcher sich allmählich verdickt und die Ganglienzellen vollkommen in zwei laterale Massen trennt.

Was endlich noch die Weiterentwicklung der vier Geschlechtszellen betrifft, so entstehen aus ihnen durch fortgesetzte Theilungen vielzellige, stetig sich vergrössernde Anlagen; dieselben erscheinen an gefärbten Objecten als schmale, stärker imbibirte, relativ grosskernige Zellenstreifen, welche unmittelbar vor und hinter dem Querseptum die Seitenwand des Körpers einnehmen und auch auf die vordere und hintere Fläche des Septum eine Strecke weit umbiegen. Aehnliche Beobachtungen haben schon früher Leuckart und Pagenstecher in ihren gemeinsamen Untersuchungen der Sagitta germanica mitgetheilt. Anfangs in ihrer Entwicklung ganz gleichartig schlagen später die weiblichen und männlichen Geschlechtsdrüsen eine divergente Entwicklungsrichtung ein.

Die Hodenanlagen zerfallen in Gruppen zusammengehöriger Zellen. Indem die ovalen Kerne derselben nach einem gemeinsamen Mittelpunkt gerichtet sind, bedingen sie bei Betrachtung des Keimepithels von der Fläche sternförmige Figuren, von welchen Figur 19 auf Tafel XII eine Vorstellung gibt. Nach der Schwanzhöhle zu werden die Keimzellen, wie Durchschnitte durch ein etwas älteres Stadium lehren (Taf. X, Fig. 4 u. 13 ho), noch von dünnen abgeplatteten Endothelzellen überzogen. Von dem so beschaffenen Keimlager lösen sich von Zeit zu Zeit Zellhaufen ab und fallen in die Schwanzhöhle, wo sie durch den Flimmerüberzug der Wandungen in einer regelmässigen circulirenden Bewegung erhalten und allmählich in einer nicht näher von mir verfolgten Weise in Bündel von Spermatozoen umgebildet werden. Auch beim geschlechtsreifen Thier bleibt übrigens das Keimlager des Hodens bestehen und liefert fort und fort neuen Ersatz für die verbrauchten Samenfäden.

Erheblichere Umwandlungen erfahren die weiblichen Geschlechtsanlagen. Aus den flachen Zellenstreifen werden durch Vermehrung und Wachsthum der Zellen solide Cylinder, welche mit einer Seite dem Seitenfeld des Rumpfes aufsitzen, im Uebrigen in die Leibeshöhle frei hineinragen (Taf. X, Fig. 16). An der

Anheftungsstelle besitzt der Cylinder kleine Zellen, das Keimlager, dann folgen grössere Zellen mit Keimbläschen, die jungen Eier; die Oberfläche wird von endothelartig abgeplatteten Zellen überzogen. Später löst sich der Cylinder von der Körperwandung mehr und mehr ab und bleibt nur noch durch ein dünnes kurzes Mesenterium, in welchem auch der Oviduct verläuft, mit ihr verbunden. Die Anlage der Oviducte habe ich nicht verfolgen können, vermuthe aber, dass sie sich durch Einstülpung aus dem Ektoderm entwickeln und allmählich mit dem Ovarium in die Länge auswachsen.

Allgemeiner Theil.

Ueber die Stellung der Chaetognathen zur Blättertheorie.

Bei der Erörterung allgemeinerer Fragen, welche mit der Blättertheorie zusammenhängen, erweisen sich uns die Chaetognathen als sehr lehrreiche Organismen und bieten uns zugleich verschiedene Vortheile dar. Denn einmal enthält ihre Morphologie nur wenig unaufgeklärte Punkte, so dass wir die Chaetognathen schon seit den Arbeiten von Krohn und Kowalevsky mit zu den bestgekannten Organismen rechnen können; ihre Anatomie und Histologie stösst auf keine grösseren technischen Schwierigkeiten, in ihrer Entwickelung spielen sich alle Vorgänge mit einer Klarheit ab, welche bei der Deutung fundamental wichtiger Erscheinungen keinen Zweifel aufkommen lässt. Zweitens erhalten sich bei den Chaetognathen die Blätter, aus welchen sich der embryonale Körper aufbaut, in völliger Selbständigkeit auch beim erwachsenen Thier und verändern nur ihren histologischen Charakter, indem die bei den Embryonen gleichartigen Zellen sich später in die verschiedensten Gewebe zur Ausübung zahlreicher Functionen sondern. Fast für jedes Organ und Gewebe können wir bei den Chaetognathen mit einer Sicherheit, wie bei keinem anderen höheren Organismus angeben, aus welchem Keimblatt es sich entwickelt hat. Es kommt eben bei ihnen zu keiner gegenseitigen Durchwachsung der Keimblätter, zu keiner Abspaltung von Zellgruppen, welche bei anderen Thieren so häufig die Frage nach der Abstammung der Organe und Gewebe ausserordentlich erschwert. Drittens ist es für die hier zu lösende Aufgabe von nicht geringer Bedeutung, dass die Chaetognathen in ihrer Organisation sowohl nach abwärts an die Coelenteraten, als auch nach aufwärts an die höheren Thiere, speciell an einzelne Abtheilungen der Würmer Anknüpfungspunkte darbieten. In Folge dessen stehen die bei ihnen beobachteten Thatsachen nicht isolirt da, sondern erhalten in ihrem Zusammenhang mit ähnlichen auch anderswo wiederkehrenden Erscheinungen eine allgemeinere Bedeutung.

Nach diesen Vorbemerkungen glaube ich die Stellung, welche die Chaetognathen zur Blättertheorie einnehmen, am besten klar legen zu können, wenn ich einzelne wichtige Verhältnisse aus ihrem Bau und ihrer Entwicklung herausgreife, mit ähnlichen Verhältnissen niederer und höherer Thiere zu verknüpfen suche und aus dem Vergleich das Endergebniss ziehe.

1. Die Chaetognathen und die Coelenteraten.

Von den einzelnen Abtheilungen der Coelenteraten zeigen die Actinien in der Entwicklung und Abstammung ihrer Organe und Gewebe auffällige Beziehungen zu den Chaetognathen und möchte ich hier namentlich auf folgende zwei Punkte die Aufmerksamkeit lenken: 1. auf die Divertikelbildungen des Urdarms und 2. auf die Bedeutung derselben in functioneller und histologischer Beziehung.

Was den ersten Punkt betrifft, so wähle ich zum Vergleich das frühe Entwicklungsstadium, wo bei den Sagitten der Urdarm, welcher nach der Gastraeatheorie eine allen Metazoen gemeinsame Einrichtung darstellt, durch zwei Falten an seinem Grunde in drei Räume abgetheilt oder mit andern Worten mit zwei seitlichen Divertikeln versehen ist. Es erinnert dies im Allgemeinen an die Divertikelbildungen, welche der Urdarm bei den Coelenteraten in der verschiedensten Weise eingeht, besonders aber an die Verhältnisse der Actinien, wo der Binnenraum des Körpers durch Scheidewände zum Theil in zahlreiche Nebenfächer abgetheilt ist. Ein Septum der Actinien und eine Entoblastfalte der Sagitten sind vergleichbare Bildungen, da sich beide nach demselben Princip in den Urdarm hinein entwickeln und eine Vergrösserung seiner Oberfläche bewirken. Verschieden ist nur die Anordnung der Septen und der Grad, bis zu welchem die Faltenbildung fortschreitet. Bei den Actinien werden äusserst zahlreiche Septen entwickelt, welche in radiärer Richtung um die Axe des Urdarms gruppirt sind, bei den Chaetognathen dagegen sind nur ihrer zwei vorhanden und diese nehmen eine bilateral symmetrische Stellung ein. Dort ragen die Septen dauernd mit freien Rändern in den Urdarm hinein, hier schreitet die Faltenbildung so lange weiter fort, bis schliesslich die zwei seitlichen Divertikel ihren Zusammenhang mit dem ursprünglichen Centralraum ganz aufgegeben und sich zu zwei geschlossenen Säcken abgeschnürt haben. Der Urdarm, der bei den Coelenteraten als solcher, wenn auch mannichfach gegliedert, überall fortbestehen bleibt, hat bei den Chaetognathen zu

existiren aufgehört und ist in 3 Räume zerfallen, welche wir nun als bleibenden oder secundären Darm und als die beiden Leibeshöhlen unterscheiden; Zustände, die dort schon angebahnt worden sind, sehen wir hier gewissermaassen nur zu einem weiteren Abschluss geführt. Hiermit tritt der sonst unverständlich erscheinende Bildungsmodus der Leibeshöhle und des secundären Darms bei den Chaetognathen unserem Verständniss näher, weil er sich an ursprünglichere und einfachere Einrichtungen anreihen und von ihnen ableiten lässt.

Der hier versuchte Vergleich gewinnt eine noch grössere Tragweite, wenn wir zur Erörterung des zweiten Punktes übergehen und vergleichen, welche Bedeutung die Urdarmdivertikel in functioneller und histologischer Beziehung bei den Actinien und Chaetognathen besitzen. Die Uebereinstimmungen sind wieder in hohem Grade bemerkenswerth; in dem einen wie in dem andern Falle nämlich entwickeln sich aus dem Blatte, welches die Wandungen der Divertikel bildet, 1. die Geschlechtsorgane und 2. die Körpermuskulatur.

Die Actinien gehören zu der grossen Abtheilung der Coelenteraten, welche mein Bruder und ich wegen des entodermalen Ursprungs ihrer Geschlechtsorgane als Entocarpe von allen übrigen Coelenteraten oder den Ektocarpen getrennt haben. Bei den Entocarpen entwickeln sich Ovarien und Hoden aus dem Entoderm, sie ragen in die Nebenräume des Urdarms hinein, wo sie direct von der ernährenden Flüssigkeit umspült sind, und werden bei der Reife in dieselben entleert, während sie bei den Ektocarpen in das umgebende Wasser direct gerathen. Die Urdarmdivertikel haben also bei den Actinien, wie überhaupt bei den entocarpen Coelenteraten in erster Linie nicht der Nahrungsaufnahme zu dienen, sondern sie haben eine besondere Nebenfunction zu erfüllen, indem sie die Entwicklung und Bergung der Geschlechtsorgane übernommen haben.

Ganz analoge Verhältnisse haben wir bei den Chaetognathen beobachtet. Bei diesen sind die entwicklungsgeschichtlichen Verhältnisse so klar, dass an der Abstammung der Geschlechtsproducte aus dem Entoblast nicht gezweifelt werden kann. Ovarium und Hoden einer jeden Seite lassen sich auf eine einzige entoblastische Urgeschlechtszelle am Grunde des Urdarms zurückverfolgen, womit auch hier schlagend bewiesen ist, dass eine sexuelle Differenzirung der beiden Keimblätter in ein männliches und weibliches Keimblatt sicher nicht vorhanden ist.

Wie bei den Actinien kommen auch bei den Chaetognathen die Geschlechtsorgane später in die Seitendivertikel des Urdarms und endlich in die zwei Leibeshöhlen zu liegen, welche so gleichfalls die Function von Genitalbehältern übernehmen. Besonders macht sich dieses am Schwanzsegment geltend, welches beim erwachsenen Thiere gewöhnlich vollständig von Hodenmasse erfüllt wird.

Einen weiteren Vergleichspunkt gibt die Muskulatur ab. Wie bei den Actinien der wichtigste Theil derselben, welcher die überaus kräftigen Contractionen des Körpers bedingt, aus entodermalen Epithelmuskelzellen besteht, so stammt auch bei den Chaetognathen die gesammte Muskulatur durch Vermittelung des Mesoblasts aus dem Epithel des Urdarms. Die gleichartige Entstehung prägt sich dann auch in der histologischen Anordnung und dem feineren Bau aus. Von einer Epithelschicht werden Muskelfasern ausgeschieden. Indem die so entstandene Faserlamelle sich mächtiger entwickelt, faltet sie sich ein und erzeugt Muskelblätter, die parallel zu einander und senkrecht zur Körperoberfläche gestellt und in deren schmalen Interstitien Muskelkörperchen eingeschlossen sind.

Ob die gleiche Abstammung der Muskulatur auch zu einer ähnlichen, davon abhängigen Anordnung des Nervensystems bei den Chaetognathen und Actinien geführt hat, habe ich, wie schon früher bemerkt, nicht mit der wünschenswerthen Sicherheit entscheiden können. Bei den Actinien gelang es, einen Nervenplexus an der Körperoberfläche, der besonders nur mit Sinneszellen in Verbindung steht, und noch einen zweiten Plexus nachzuweisen, der sich zwischen den entodermalen Epithelmuskelzellen ausbreitet und seiner Lage nach naturgemäss nur aus Entodermzellen abgeleitet werden kann. Auch für die Chaetognathen glaube ich aus schon früher erörterten Gründen annehmen zu dürfen, dass ihr Nervensystem in einen ektodermalen, aus dem Ektoblast entstehenden sensiblen Abschnitt und in einen mesodermalen, auf den Entoblast zurückführbaren motorischen Abschnitt zerfällt.

Wenn wir jetzt die verglichenen Punkte noch einmal kurz zusammenfassen, so geht bei den Actinien und Chaetognathen das innere Keimblatt in sehr übereinstimmender Weise eine Reihe analoger Veränderungen ein; bei beiden entstehen durch Faltenbildung Divertikel des Urdarms, bei beiden liefern die Wandungen der Divertikel die Körpermuskulatur und die Geschlechtsorgane. Der Darm und die Leibeshöhle der Chaetognathen zusammen ent-

sprechen dem Hohlraumsystem im Körper der Actinien, welches Leuckart als ein Coelenteron nicht mit Unrecht bezeichnet hat.

Aus allen diesen Analogieen beabsichtige ich indessen, was kaum besonders bemerkt zu werden braucht, in keiner Weise eine nähere Verwandtschaft der verglichenen Thierabtheilungen wahrscheinlich zu machen. Denn es gibt in der Entwicklung des Organismus gewisse Grundgesetze, nach welchen die Anlage der Gewebe und Organe erfolgt, aus deren Nachweis bei verschiedenen Thieren aber nicht auf eine nähere Verwandtschaft geschlossen werden muss, ebenso wenig wie man aus der Gleichheit eines Zelltheilungsprozesses solches thun wird. In den vorliegenden Studien zur Blättertheorie ist es aber unsere Aufgabe, die Gesetze der Organ- und Gewebebildung durch Vergleichung aufklären zu helfen.

2. Die Chaetognathen und die Würmer.

Mit den verschiedenen Abtheilungen der Würmer verglichen zeigen die Chaetognathen in ihrer Form und ihrem anatomischen Bau noch am meisten eine Uebereinstimmung mit den Nematoden und Anneliden, wie dies ja auch von zahlreichen Forschern schon bemerkt worden ist. Um nur die wichtigsten Beziehungen hervorzuheben, so ist bei manchen Nematoden (Gordiaceen) der Darmkanal durch ein dorsales und ventrales Mesenterium an den Hautmuskelschlauch befestigt. Dieser enthält gleichfalls meistens 4 Längsmuskelbänder. An denselben liegen die Muskelkörperchen auf der inneren Seite und begrenzen die Leibeshöhle. Ferner sind hie und da die Muskeln in ähnlicher Weise wie bei Sagitta Platten, die senkrecht zur Körperoberfläche gestellt sind, und aus parallel angeordneten Fibrillen bestehen.

Noch auffälliger scheinen mir die Beziehungen zu den Anneliden zu sein. Dieselben treten sehr deutlich hervor, wenn man den Querschnitt durch eine Sagitta mit dem Querschnitt durch eine schon ältere Larve des sehr einfach organisirten Polygordius vergleicht, wobei ich auf die von Hatschek[1]) gelieferten Abbildungen (Taf. VIII Fig. 88 u. 89) verweise. Hier wie dort ist der Darm von einem Darmfaserblatt umhüllt und dorsal und ventral an die Leibeswand durch Mesenterien befestigt, durch welche das Coelom vollständig in eine linke und rechte Hälfte geschieden wird. In beiden Fällen sind 4 Längsmuskelbänder vorhanden,

---

[1]) B. Hatschek, Studien über Entwickelungsgeschichte der Anneliden. Arbeiten des zoolog. Instituts zu Wien. Bd. I. Heft 3.

welche ihre Bildungszellen auf der Coelomseite tragen. Mit Spadella cephaloptera zeigt sich sogar darin eine Uebereinstimmung, dass sich ausserdem noch auf der Innenseite der ventralen Muskelbänder quere Muskelfasern entwickelt haben. Auch im feineren Bau der Muskulatur bieten sich Vergleichspunkte dar. Bei vielen Arten von Anneliden sind sogenannte gefiederte Muskeln beschrieben worden, welche vollkommen den Muskelplatten der Chaetognathen entsprechen. Ferner lassen sich die 2 Quersepten der Chaetognathen, wie zuerst Bütschli (1) gethan hat, den zahlreichen Quersepten vergleichen, auf welchen die Segmentirung des Annelidenkörpers beruht. Endlich ist hervorzuheben, dass die Geschlechtsproducte hier wie dort aus Zellen des parietalen Blattes des Mesoderms entstehen.

Es wäre nun zu entscheiden, ob die hervorgehobenen Uebereinstimmungen im Bau der Chaetognathen und einzelner Abtheilungen der Würmer auf einer Analogie oder auf einer Homologie beruhen. Nur in letzterem Falle wäre eine nähere Verwandtschaft der Chaetognathen, sei es zu den Nematoden, sei es zu den Anneliden anzunehmen. Der Entscheid kann hier allein von der Entwicklungsgeschichte gegeben werden und er hängt davon ab, wie wir uns bei den zum Vergleich herangezogenen Abtheilungen der Würmer das mittlere Keimblatt und die Leibeshöhle entstanden zu denken haben. Die zu beantwortende Frage lautet kurz: Hat sich das mittlere Keimblatt durch Faltenbildung oder durch Absonderung von Zellen angelegt; ist die Leibeshöhle durch Sonderung aus dem Urdarm oder durch Spaltenbildung entwickelt worden, ist sie, um die von Huxley eingeführte Terminologie zu gebrauchen, ein Enterocoel oder ein Schizocoel? Es sind dies Fragen, welche nicht allein bei der Prüfung der systematischen Stellung der Chaetognathen, sondern überhaupt bei der Prüfung der systematischen Stellung der verschiedenen Thierstämme und Abtheilungen und bei der Prüfung der Grundlagen ihres morphologischen Aufbaues mehr in den Vordergrund der Discussion gestellt werden müssen. Ehe hierüber nicht volle Klarheit verbreitet ist, entbehren die Speculationen über die Stellung der Chaetognathen zu den Würmern des Haltes.

Literaturverzeichniss.

1. Bütschli, O., Zur Entwicklungsgeschichte der Sagitta. Zeitschrift f. wissenschaftl. Zoologie. Bd. 23. p. 409—413. 1873.

2. Derselbe. Zur Entwicklungsgeschichte des Cucullanus elegans. Zeitschrift f. wissenschaftl. Zoologie. Bd. 26. p. 108—110.

3. Derselbe. Untersuchungen über freilebende Nematoden und die Gattung Chaetonotus. Zeitschr. f. wissenschaftl. Zool. Bd. 26. p. 393 u. 394 Anmerk. 1876.

4. Burmeister, H., Zoonomische Briefe. Theil 2. 1856. p. 124.

5. Busch, W., Beobachtungen über Anatomie und Entwickelung einiger wirbellosen Seethiere. p. 93—100. Berlin 1851.

6. Busk, G., An account of the structure and relations of Sagitta bipunctata. Quart. journ. of microsc. Science Vol. 4. p. 14—27. 1856.

7. Claparède, Ed., Beobachtungen über Anatomie und Entwicklungsgeschichte wirbelloser Thiere an der Küste von Normandie angestellt. p. 9 u. 10. Leipzig 1863.

8. Claus, C., Grundzüge der Zoologie. 4te Auflage. 1879.

9. Darwin, Ch., Observations on the structure and propagation of the genus Sagitta. The annals and magazine of natural history. Vol. XIII. p. 1—6. London 1844. Frorieps Neue Notizen. 1844. Nr. 639. p. 3. u. Annales des sciences natur. Ser. III T. I. 1844.

10. Eydoux u. Souleyet. Voyage autour du monde exécuté pendant les années 1836 u. 1873 sur la corvette Bonite. Zoologie. T. II p. 645—657. Atlas. Vers. Pl. I. Paris 1852.

11. Fol, Recherches sur la fécondation et le commencement de l'hénogénie chez divers animaux. Mémoires de la Société de physique et d'histoire naturelle de Genève. T. XXVI. Genève 1879. Separatausgabe p. 35—38. p. 109—112. p. 193—197.

12. Forbes, E., L'Institut. Journal universel des sciences et des sociétés savantes en France et à l'étranger. I section. T. XI. 1843. p. 358 und Annals of natur. Hist. 1843.

13. Gegenbaur, Grundzüge der vergleichenden Anatomie. 1859 u. Zweite Aufl. 1870.

14. Gegenbaur, C., Ueber die Entwicklung von Doliolum, der Scheibenquallen und von Sagitta. Zeitschrift f. wissenschaftl. Zoologie. Bd. V p. 13—16. 1854.

15. Gegenbaur, C., Ueber die Entwickelung der Sagitta. Abhandlungen der naturforschenden Gesellschaft in Halle. Halle 1856. Als Separatabdruck erschienen mit der Jahreszahl 1857. In das Englische übersetzt in Quarterly Journal of microscop. science. VII. p. 47.

16. Giard, A. et J. Barrois, Note sur un chaetosoma et une Sagitta, suivie de quelques réflexions sur la convergence des types par la vie pélagique. Revue des sciences naturelles. Tome III. 1875.

17. Harting, P., Leerboek van de Grondbeginseln der dierkunde. Wormen. p. 616—621.

18. Hertwig, Oscar, Beiträge zur Kenntniss der Bildung, Befruchtung und Theilung des thierischen Eies. Dritter Theil. Morph. Jahrbuch. Bd. IV. p. 188—190. Leipzig 1878.

19. Hertwig, Oscar, Ueber die Entwickelungsgeschichte der Sagitten. Sitzungsberichte der Jenaischen Gesellschaft für Medicin u. Naturwissenschaft. Jahrg. 1880. Sitzung vom 23. Januar.

20. Huxley, Grundzüge der Anatomie der wirbellosen Thiere. Deutsche Ausgabe von Spengel. 1878. p. 559—563 u. 599.

21. Huxley, Report of the twenty — first meeting of the british Association, held at Ipswich 1851. Notices and abstracts of miscellaneous communications to the sections. p. 77—78. London 1852.

22. Derselbe, L'Institut 1851. p. 375.

23. Keferstein, Untersuchungen über niedere Seethiere. Zeitschrift f. wissensch. Zoologie. Bd. XII, p. 129.

24. Kent, S., On a new species of Sagitta from the south pacific (S. tricuspidata). The annals and magazine of natural history. 4te Serie. Vol. V. 1870. p. 268—272.

25. Kowalevsky, Phoronis. Doctor-Dissertation. 1867. (russisch).

26. Kowalevsky, A., Entwickelungsgeschichte der Sagitta. Mémoires de l'Académie impériale des sciences de St. Pétersbourg VIIe série. Tome XVI. No. 12. p. 7—12. Pétersbourg. 1871.

27. Krohn, August, Anatomisch physiologische Beobachtungen über die Sagitta bipunctata. Hamburg. 1844. Uebersetzt in Annales des sciences natur. 1845.

28. Derselbe, Ueber einige niedere Thiere. Archiv f. Anat., Physiol. u. wissensch. Med. Berlin 1853. p. 140—141.

29. Derselbe. Nachträgliche Bemerkungen über den Bau der Gattung Sagitta, nebst der Beschreibung einiger neuen Arten. Archiv f. Naturgeschichte. Jahrg. 19. Bd. I. p. 266—277. Berlin 1853.

30. Langerhans. Das Nervensystem der Chaetognathen. Monatsbericht der königl. Academie der Wissenschaften zu Berlin 14. März 1878. p. 189—193.

31. Leuckart, R., Zoologische Untersuchungen. Heft III. p. 3. Giessen 1854.

32. Derselbe, Archiv f. Naturgeschichte. 1854, 1856, 1857, 1859, 1860. Bd. II. Jahresbericht.

33. Derselbe, Ueber die Morphologie und Verwandtschaftsverhältnisse der wirbellosen Thiere. Braunschweig 1848. p. 76.

34. Leuckart u. Pagenstecher, Untersuchungen über niedere Seethiere. Archiv f. Anat., Physiol. u. wissenschaftl. Med. Berlin 1858. p. 593—600.

35. Lewes, Naturstudien. 1859. p. 243. Tafel V Fig. 1.

36. Leydig, Franz, Vom Bau des thierischen Körpers. p. 131 u. 134. Tübingen 1864.

37. Meissner, G., Zeitschrift für rationelle Medicin. Dritte Reihe. Bd. I. 1857. Bericht über die Fortschritte der Anatomie u. Physiologie im Jahre 1856. p. 637—640.

37[a]). Milne Edwards, Annales des sciences nat. 3e série. T. III. p. 114. 1845.

38. Möbius K., Vermes. Zoologische Ergebnisse der Nordseefahrt vom 21. Juli bis 9. September 1872. Separatabdruck aus dem II. Jahresbericht der Kommission zur Untersuchung der deutschen Meere in Kiel. Berlin 1874. p. 158—159.

39. Müller, Joh., Fortsetzung des Berichtes über einige neue Thierformen der Nordsee. Archiv f. Anat., Physiol. u. wissenschaftl. Med. 1847. p. 158.

40. Örsted, A. S., Beitrag zur Beantwortung der Frage, welchen Platz die Gattung Sagitta im Systeme einnehmen müsse. Frorieps Tagesberichte über die Fortschritte der Natur- u. Heilkunde. Bd. I. No. 134. 1850. p. 201—202.

40[a]) Derselbe, Videnskabelige Meddelelser fra den naturhistoriske Forening i Kjöbenhavn 1849. No. 1. (citirt nach Froriep's Tagesberichte.)

41. D'Orbigny, Voyage dans l'Amérique méridionale. Tome V. 3e Partie. Mollusques. p. 140—144. Paris 1835—1843.

42. Pagenstecher, A., Untersuchungen über niedere Seethiere aus Cette. Zeitschr. f. wissensch. Zoologie. Bd. XII. p. 308—310. 1862.

43. Quoy u. Gaimard, Annal. des scienc. nat. Tome X. 1827.

43[a]) Dieselben, Abhandlung über die Familie der Diphyden. Isis. Bd. 21. p. 348, 349. Taf. VI. Leipzig 1828.

44. Scoresby, Account of the arctic regions. Vol. II. Plate XVI (citirt nach Krohn).

45. Siebold, v. Th., Lehrbuch der vergleichenden Anatomie der wirbellosen Thiere. Berlin 1848. p. 297 etc.

46. Slabber, Martinus, Physicalische Belustigungen oder mikroskopische Wahrnehmungen in- und ausländischer Wasser- und Landthierchen, übersetzt v. Müller. Nürnberg 1775. p. 23—24.

47. Troschel, Archiv für Naturgeschichte. 1845. Bd. II. Jahresbericht.

48. Ulianin, Materialien zur Fauna des schwarzen Meeres. Verhandlungen der Moskauer Freunde der Natur. 1871. citirt nach: Archiv f. Naturgeschichte. 1871. Bd. II. Jahresbericht.

49. Wilms, Robert, Observationes de Sagitta mare germanicum circa insulam Helgoland incolente. Dissertation. Berolini 1846. p. 1—18.

50. Langerhans. Die Wurmfauna von Madeira. III. Zeitschrift für wissenschaftl. Zoologie. Bd. 34. pag. 132—136. 1880. (Erschien unmittelbar vor dem Druck meiner Arbeit und konnte daher nur noch theilweise im Text berücksichtigt werden.)

Tafelerklärung.

Für alle Figuren gelten folgende Bezeichnungen.

a Sehstäbchen.
af After.
au Auge.
b Tastborsten.
c Coelom. c^1 Kopfhöhle.
c^2 Rumpfhöhle.
c^3 Schwanzhöhle.
d Darm und Darmanlage.
df Darmfaserblatt.
ds Darmspalt.
e Eierstock.
el Eileiter.
ek Eikeimlager.
em Membran des Eischlauchs.
ep Epidermis
f Flosse. f^1 vordere Seitenflosse.
f^2 hintere Seitenflosse.
f^3 Schwanzflosse.
fs Flossenstrahl.
g Ganglion. g^1 Bauchganglion.
g^2 Oberes Schlundganglion.
g^3 Seitenganglion des Kopfes.
g^4 Buccalganglion.
gz Ganglienzellen. gz^1 grosse Ganglienzellen. gz^* zur Bezeichnung besonderer Ganglienzellen.
h Riechhaare. h^1 Ansatzstellen der Riechhaare.
ho Hoden.
i Intercellularräume.
k Klebzellen.
kk Kopfkappe.
l Linse.
ld Dorsales Ligament (Mesenterium) des Darms.
lv Ventrales Ligament.

le Ligament des Eierstockes.
m Muskelfaser.
md Dorsaler Längsmuskel.
mv Ventraler Längsmuskel.
mt Transversaler Muskel.
mk Muskelkerne.
mi Muskulatur des Darms.
n Nervenfibrillen. *n*† *n** Zur besonderen Bezeichnung einzelner Nervenzüge.
no Sehnerv.
nr Riechnerv.
n^1 Commissur zwischen Bauchganglion und Schlundganglion.
n^2 Nerv zwischen Schlundganglion und Seitenganglion des Kopfes.
n^3 Darmnerv.
n^4 Vom Bauchganglion nach rückwärts ausstrahlende Hauptstämme.
n^5 Hauptnerv des Seitenganglions vom Kopfe.
o Bleibender Mund.
p Nervöse Punktsubstanz.
pi Pigment.
r Riechorgan.
s Stützlamelle.
sf Seitenfeld, Seitenlinie.
sl Längsseptum.
sp Spermatozoen.
st Querseptum.
sg Samengang.
sb Samenblase.
t Tastorgan.
t^1 Mächtig entwickeltes Tastorgan der Spadella draco.
te Tentakelartiger Fortsatz der Kopfkappe.
u Urmund.
ud Urdarmhöhle.
ug Urgeschlechtszellen.
ug^1 Urgeschlechtzellen des Eierstocks.
ug^2 Urgeschlechtszellen des Hodens.
v Greifhaken.
w Gallerte.
x Stützplatte der Epidermis. x^1 Stützleiste.
x^2 Dorsale Stützplatte.
x^3 Ventrale Stützplatte.
y Spaltraum in der Umgebung des Bauchganglions.

x Stachel.
E Falte des Entoblasts.
Ek Ektoblast.
En Entoblast.
Me Mesoblast.
Me[1] Viscerales } Blatt des Mesoblasts.
Me[2] Parietales }
T Polarfurche.
F Furchungshöhle.

Tafel IX.

Fig. 1. Sagitta bipunctata (Quoy u. Gaimard), viermal vergrössert.

Fig. 2. Sagitta serratodentata (Krohn), viermal vergrössert.

Fig. 3. Spadella draco (Krohn), zwölfmal vergrössert, von der Rückenseite gesehen.

Fig. 4. Sagitta hexaptera (D'Orbigny), viermal vergrössert; von der Bauchseite gesehen.

Fig. 5. Aus der Eihülle ausgeschlüpfte Sagitta. 80mal vergrössert.

Fig. 6. Spadella cephaloptera (Busch). 30mal vergrössert, von der Rückenseite aus gesehen.

Fig. 7. Spadella hamata (Möbius), in natürlicher Grösse. Copie nach Möbius (38. Taf. III Fig. 13).

Fig. 8. Sagitta lyra (Krohn), in natürlicher Grösse. Copie nach Krohn (29).

Fig. 9. Sagitta tricuspidata (Kent), in natürlicher Grösse. Copie nach Kent (24. p. 270 Fig. 1).

Fig. 10. Greifhaken von Sagitta serratodentata. 80mal vergrössert.

Fig. 11. Greifhaken von Spadella hamata. 50mal vergrössert.

Fig. 12. Gezähnelter Rand des Greifhakens von Sagitta serratodentata. 300mal vergrössert.

Fig. 13. Spitze des Greifhakens von Spadella hamata. 300mal vergrössert.

Fig. 14. Samenblasen der Sagitta serratodentata. 80mal vergrössert.

Fig. 15. Kopf der Sagitta tricuspidata. Vergrössert nach Kent (24. p. 270 Fig. 2).

Fig. 16. Kopf der Sagitta bipunctata (Quoy u. Gaimard), von oben gesehen mit zusammengelegten Greifhaken. 50mal vergrössert.

Fig. 17. Kopf der Sagitta bipunctata, von unten gesehen mit aufgerichteten Greifhaken. 50mal vergrössert.

Fig. 18. Stacheln von Sagitta hexaptera (D'Orbigny). 80mal vergrössert.

Fig. 19. Stacheln von Sagitta hexaptera (D'Orbigny). 300mal vergrössert.

Tafel X.

Fig. 1. Querschnitt durch den Kopf der Sagitta bipunctata (Quoy u. Gaimard), durch den vorderen Theil des oberen Schlundganglions hindurchgelegt. 160mal vergrössert.

Fig. 2. Querschnitt durch den Kopf der Sagitta bipunctata, durch die Augen hindurchgelegt. 80mal vergrössert.

Fig. 3. Weiter nach rückwärts folgender Querschnitt durch den Kopf der Sagitta bipunctata. 80mal vergrössert.

Fig. 4. Querschnitt durch das Schwanzsegment einer 0,8 Cm. langen Sagitta bipunctata. 160mal vergrössert.

Fig. 5. Horizontalschnitt durch den vorderen Theil des Kopfes von Sagitta bipunctata. 80mal vergrössert.

Fig. 6. Querschnitt durch den Rumpf der Spadella cephaloptera durch das Bauchganglion hindurchgelegt. 250mal vergrössert.

Fig. 7. Horizontalschnitt durch den Kopf von Sagitta bipunctata. 80mal vergrössert.

Fig. 8. Querschnitt durch das hintere Ende des Rumpfsegments einer 0,8 Cm. langen Sagitta bipunctata. 160mal vergrössert.

Fig. 9. Querschnitt durch den Rumpf einer 0,35 Cm. langen Sagitta serrato-dentata, durch das Bauchganglion hindurchgelegt. 300mal vergrössert.

Fig. 10. Querschnitt durch das Bauchganglion der Sagitta serratodentata. 250mal vergrössert.

Fig. 11. Querschnitt durch das Bauchganglion der Sagitta hexaptera. 250mal vergrössert.

Fig. 12. Querschnitt durch die Bauchhaut der Spadella cephaloptera. 500mal vergrössert.

Fig. 13. Ein Theil der Fig. 4 stärker vergrössert. 500mal vergrössert.

Fig. 14. Bauchhaut der Spadella cephaloptera von der Fläche betrachtet. 500mal vergrössert.

Fig. 15. Epidermis der ventralen Flossenfläche von Sagitta cephaloptera. 500mal vergrössert.

Fig. 16. Ein Theil der Fig. 8 bei 500maliger Vergrösserung.

Tafel XI.

Fig. 1. Flächenpräparat des aus dem Bauchganglion entspringenden hinteren Nervenstammes von der Stelle genommen, wo der Nerv sich plexusartig auszubreiten beginnt. Sagitta hexaptera. 160mal vergrössert.

Fig. 2. Die Ganglien und Nervenstämme des Kopfes von Sagitta durch Präparation isolirt. 50mal vergrössert.

Fig. 3. Das Ganglion g^3 der Fig. 2 stärker vergrössert. 100mal vergrössert.

Fig. 4. Flächenpräparat des in der Epidermis gelegenen Nervenplexus einer Sagitta hexaptera aus der Rückengegend und zwischen zwei Tastorganen. 160mal vergrössert.

Fig. 5. Oberes Schlundganglion der Sagitta hexaptera. 100mal vergrössert.

Fig. 6. Plexusartig verzweigter Nervenfaserzug aus der Seitenlinie von Sagitta hexaptera. 160mal vergrössert.

Fig. 7. Ganglienzelle in der Epidermis von Sagitta hexaptera aus der Nähe eines Tastorgans. 400mal vergrössert.

Fig. 8. 2 Nervenstämmchen mit Ganglienzellen aus der Epidermis von Sagitta hexaptera. 400mal vergrössert.

Fig. 9. Bauchganglion mit den ausstrahlenden Nerven von Sagitta hexaptera. Schwach vergrössert.

Fig. 10. Ganglienzellenschicht des Bauchganglions von Sagitta hexaptera stärker vergrössert. 250mal vergrössert.

Fig. 11 u. 12. Nervenendplexus mit Ganglienzellen aus der Haut von Sagitta hexaptera. 400mal vergrössert.

Tafel XII.

Fig. 1. Querschnitt durch die Epidermis mit einem Tastorgan von Spadella cephaloptera. 400mal vergrössert.

Fig. 2. Tastorgan von Sagitta bipunctata nach dem lebenden Thier gezeichnet. 440mal vergrössert. Man sieht die in einer Querreihe stehenden Tastborsten über einander liegen.

Fig. 3. Epithelstreifen des Geruchsorgans mit den Riechhaaren von Sagitta bipunctata nach dem lebenden Thier gezeichnet. 590mal vergrössert.

Fig. 4. Epithelstreifen des Geruchsorgans von Sagitta bipunctata, von der Fläche gesehen, nach Reagentienbehandlung. 400mal vergrössert.

Fig. 5. Tastorgan von Sagitta bipunctata, nach dem lebenden

Thier gezeichnet. 400mal vergrössert. Man sieht die in einer Querreihe stehenden Tastborsten neben einander liegen.

Fig. 6 u. 7. Querschnitt durch das Auge von Sagitta hexaptera. 400mal vergrössert.

Fig. 8. Das Auge von Sagitta hexaptera mit dem Sehnerven von der Fläche gesehen. 400mal vergrössert.

Fig. 9. Theile des Auges von Sagitta hexaptera. *a* Stäbchen auf dem optischen Querschnitt und der Länge nach gesehen. *l* Linse isolirt.

Fig. 10. Epidermis am vorderen Theil des Rumpfes von Spadella draco auf dem optischen Durchschnitt gesehen nach Zusatz von verdünnter Osmiumsäure. 440mal vergrössert.

Fig. 11. Querschnitt durch das Sinnesepithel des Geruchsorgans von Sagitta hexaptera. 400mal vergrössert.

Fig. 12. Geruchsnerv mit einem Stück des Sinnesepithels von Sagitta hexaptera. 180mal vergrössert.

Fig. 13. Querschnitt durch das Ovarium einer 1,4 Cm. langen Sagitta bipunctata. 250mal vergrössert.

Fig. 14. Isolirte Muskelplatte mit daran haftenden Epithelzellen von Sagitta hexaptera. 440mal vergrössert.

Fig. 15. Dorsales Mesenterium des Darms von Sagitta hexaptera. 400mal vergrössert.

Fig. 16. Darmwand von Sagitta hexaptera von der inneren Fläche gesehen. 400mal vergrössert.

Fig. 17. Samenblase mit Samenausführgang von Sagitta bipunctata. 80mal vergrössert.

Fig. 18. Spermatozoon von Spadella cephaloptera. 440mal vergrössert.

Fig. 19. Keimepithel des Hodens von einer mittelgrossen Sagitta hexaptera. 400mal vergrössert.

Fig. 20. Augen und Geruchsorgan von Sagitta bipunctata. Schwach vergrössert.

Fig. 21. Kopfkappe von Sagitta hexaptera mit Augen und Geruchsorgan isolirt und ausgebreitet. 20mal vergrössert.

Fig. 22. Ventrales Mesenterium des Darms von Sagitta hexaptera. 400mal vergrössert.

Fig. 23. Die Hautdecke der einen Seite von Sagitta hexaptera ausgebreitet um die Anordnung der Tastorgane zu übersehen. 15mal vergrössert.

Tafel XIII.

Fig. 1. Embryo, bei dem sich der Urmund geschlossen hat, von der Fläche gesehen. 240mal vergrössert.

Fig. 2. Embryo, der sich über die Bauchfläche zu krümmen begonnen hat, von der Rückenfläche aus gesehen, so dass vorderes und hinteres Ende verdeckt sind. 240mal vergrössert.

Fig. 3. Derselbe Embryo in der Seitenansicht. 240mal vergrössert.

Fig. 4. Einmal eingerollter Embryo von der Seite aus gesehen. 240mal vergrössert.

Fig. 5. 4getheiltes Ei von der Polarfurche aus gesehen. 160mal vergrössert.

Fig. 6. 8getheiltes Ei von der Polarfurche aus gesehen. 160mal vergrössert.

Fig. 7. Blastula. 160mal vergrössert.

Fig. 8. Ei in 16 Theilstücke zerfallen. 160mal vergrössert.

Fig. 9. 4getheiltes Ei auf dem optischen Durchschnitt. 160mal vergrössert.

Fig. 10. Eier von Spadella cephaloptera mit Gallertstielen an Algen befestigt. 50mal vergrössert.

Fig. 11. Optischer Querschnitt durch einen sich einkrümmenden Embryo aus der Gegend der Urgeschlechtszellen. 240mal vergrössert.

Fig. 12. Rückenansicht des einmal aufgerollten Embryo, um die Lage der 4 Urgeschlechtszellen zu zeigen. 240mal vergrössert.

Fig. 13. Optischer Querschnitt durch den vorderen Theil des sich einkrümmenden Embryo. 240mal vergrössert.

Fig. 14. Rückenansicht einer ausgeschlüpften, 10 Tage alten Sagitta aus der Gegend, wo sich die 4 Geschlechtsorgane anlegen und sich die Querscheidewand zwischen Rumpf- und Schwanzsegment ausgebildet hat. Rechts ist die Seitenflosse (*f*²) weggelassen, links zum Theil mit ihrer Basis dargestellt. 400mal vergrössert.

Fig. 15. Optischer Durchschnitt durch einen einmal aufgerollten Embryo aus der Gegend der Geschlechtszellen. 240mal vergrössert.

Fig. 16. Querschnitt durch eine ausgeschlüpfte in Osmiumsäure erhärtete und in Beale'schem Carmin gefärbte Sagittenlarve, aus der Gegend des Bauchganglions. 500mal vergrössert.

Fig. 17. Querschnitt durch dieselbe Larve nahe dem Schwanzende hinter der Anlage der Geschlechtsorgane. 500mal vergrössert.

Tafel XIV.

Entwicklung der kleinen Sagitta.

Da die Sagitta bipunctata und serratodentata gewöhnlich gemischt auftreten, so muss ich es unentschieden lassen, von welcher der beiden Arten die aus den Gläsern herausgefischten, jedesmal zur Beobachtung dienenden Eier abstammten. Alle Figuren sind bei 240-facher Vergrösserung (Zeiss D.Oc^2) gezeichnet.

Fig. 1. Eine Hälfte der Blastula beginnt sich in die andere einzustülpen.

Fig. 2. Gastrula.

Fig. 3. Ein weiter vorgeschrittenes Stadium, auf welchem am aboralen Pol der Gastrula im Entoblast die zwei Urgeschlechtszellen durch ihre bedeutende Grösse kenntlich werden.

Fig. 4. Aelteres Stadium. Aus den 2 Urgeschlechtszellen sind durch Theilung 4 entstanden, welche aus der Continuität mit den übrigen Entoblastzellen herausgetreten und in den Urdarm hineingerückt sind.

Fig. 5—12. Eine Reihe auf einander folgender Stadien, auf denen durch Faltenbildung des Entoblasts der Urdarm der Gastrula sich in secundären Darm und Leibeshöhle sondert.

Fig. 5 u. 6 zeigen den Beginn der Faltenbildung. In Figur 5 ist das Ei von der Seite, in Figur 6 vom Rücken aus gesehen.

Fig. 7 u. 8. Die beiden Falten des Entoblasts sind in die Urdarmhöhle weit hineingewachsen. Figur 7 zeigt uns wieder das Ei bei seitlicher Ansicht, Figur 8 gibt die Rückenansicht.

Fig. 9 u. 10. Am aboralen Pol beginnt sich der Ektoblast zur Bildung des bleibenden Mundes einzusenken. Figur 9 Seitenansicht, Figur 10 Rückenansicht desselben Eies.

Fig. 11. Das in Figur 10 in der Rückenansicht gezeichnete Ei vom aboralen Pole aus gesehen. Optischer Durchschnitt durch die aborale Hälfte des Eies.

Fig. 12. Die am aboralen Pol entstandene Mundbucht hat sich in den secundären Darm geöffnet. Rückenansicht des Embryo.

Druck von Ed. Frommann in Jena.

Ueber den Bau der Ctenophoren.

Von

Dr. Richard Hertwig.

Hierzu Tafel XV—XXI.

Einleitung.

Die Beobachtungen über den Organismus der Ctenophoren, welche den Gegenstand der vorliegenden Arbeit bilden, schliessen sich an eine Reihe von Untersuchungen an, welche von meinem Bruder und mir gemeinsam angestellt worden sind und sich auf die Medusen und Actinien als die Repräsentanten der übrigen Nesselzellen tragenden Coelenteraten beziehen; sie liefern eine Ergänzung derselben, welche mir um so mehr geboten erschien, als der Bau der Ctenophoren, namentlich der Bau ihres Nervensystems in der letzten Zeit wiederholt mit den bei den Medusen bestehenden Verhältnissen in Parallele gebracht worden ist.

Die Arbeit wurde im Frühjahr 1879 während eines 7wöchentlichen Aufenthalts in Messina begonnen und in Neapel in der Stazione zoologica fortgesetzt. Indessen konnte ich in Neapel nur einen kleinen Theil meiner Arbeitsstunden den Ctenophoren widmen, da die gleichzeitig unternommene Untersuchung der Actinien meine Zeit vorwiegend in Anspruch nahm und das Interesse an den Ctenophoren vorübergehend zurückdrängte. Auch war die Witterung im April und Anfang Mai für die pelagische Fischerei ganz aussergewöhnlich ungünstig, indem heftige Sciroccostürme das Meer fast beständig in Erregung hielten und dazu nicht selten starke Regengüsse die pelagische Fischerei Tage lang unergiebig machten. Ausser einer einzigen Cydippe hormiphora wurden mir nur Exemplare von Beroë ovatus, Cestus Veneris und Eucharis multicornis gebracht.

Günstiger war Messina, obwohl auch dort die Fischerei ab und zu unter dem Einfluss von Scirocco zu leiden hatte. Ausser den 3 genannten Arten, welche im Messineser Hafen selbst an

sonst wenig geeigneten Tagen ziemlich häufig sind, war sehr reichlich die zierliche Callianira bialata (Gegenbauria s. Eschscholtzia cordata) vertreten, an welcher daher auch ein grosser Theil der Resultate gewonnen worden ist. Cydippe hormiphora stellte sich seltener ein, als es sonst der Fall zu sein pflegt, so dass ich sie nur in wenigen Exemplaren erhalten konnte, was ich in mehrfacher Hinsicht auf das Lebhafteste bedaure. Die von C. Chun neu benannten Lampetia Pancerina, Deiopea caloctenota und Euplocamis stationis wurden im Anfang meines Aufenthalts in einigen Exemplaren gefangen, leider zu einer Zeit, wo ich noch nicht genügend orientirt war, um sie vollständig auszunutzen; später kehrten sie nicht wieder.

Jüngere und ältere Exemplare von Beroë ovatus, Cestus Veneris, Callianira bialata wurden theils in Messina, theils in Neapel in verschiedenen Reagentien conservirt und in Jena weiter untersucht. Namentlich wurden alle Schnittpräparate in Jena angefertigt.

Die Kürze der Zeit, welche mir am Meere zu Gebote stand, machte eine alle Organe gleichmässig behandelnde morphologische Bearbeitung der aufgefundenen Arten unmöglich und zwang mich von Anfang an die Untersuchung auf bestimmte Fragen zu richten. Dabei ergab es sich von selbst, dass ich ganz besondere Beachtung der Beschaffenheit des Nervenmuskelsystems und dem Bau der Geschlechtsorgane zuwandte, weil diese Theile im Organismus der Coelenteraten eine wichtige Rolle spielen. Dagegen konnten die übrigen Organe nicht in gleicher Weise berücksichtigt werden, zumal da die Untersuchung des Nervenmuskelsystems mehr Schwierigkeiten bereitete, als ich selbst erwartet hatte. Dem letzteren Umstand ist es ferner zuzuschreiben, wenn ich in meiner Darstellung des Nervenmuskelsystems nicht überall die Bestimmtheit in den Deutungen erkennen lassen werde, welche wohl wünschenswerth erscheinen möchte.

Hinsichtlich der Art, in welcher die Präparate gewonnen wurden, habe ich nur Weniges mitzutheilen. Die meisten zu Querschnitten bestimmten Thiere oder Stücke von Thieren wurden in Osmiumsäure erhärtet und in Carmin (in Picrocarmin oder in Beale'schem Carmin) gefärbt; ein kleiner Rest wurde nach Kleinenberg's Vorschriften in Picrinschwefelsäure conservirt, ohne dass ich bei dieser Methode besondere Vortheile gefunden hätte. Beim Einbetten verwandte ich ein mit Wasser sehr stark verdünntes Gummiglycerin, welches mit dem zu schneidenden Object an

der Luft stehen blieb, bis es zu der Consistenz eines steifen Syrups eingedickt war. Dann wurden die Stücke in Leber eingebettet und vor dem Schneiden erhärtet. Man kann in dieser Weise wenigstens einigermaassen das Schrumpfen der so ausserordentlich zarten Gallerte verhindern, da letztere sich allmählich mit einem immer mehr sich verdickenden Gummiglycerin imbibirt.

Zahlreiche Ctenophoren wurden ferner in eine 0,05 $^0/_0$ Osmiumsäure, der zum Theil eine 0,2 $^0/_0$ Essigsäure hinzugefügt worden war, eingelegt und je nachdem ich das Epithel der Oberfläche oder die Elemente der Gallerte untersuchen wollte, 5—15 Minuten darin belassen. Dieses Macerationsmaterial wurde in Carmin gefärbt und entweder gleich verbraucht oder zum Mitnehmen in verdünntes Glycerin eingelegt.

Endlich habe ich auch noch Chromsäure, chromsaures Kali und Goldchlorid angewandt, habe jedoch mit keinem der drei Reagentien gute Resultate erreicht. Dabei bemerke ich, dass ich die Versuche mit Goldchlorid nicht lange fortgesetzt habe, weil das Reagens wegen der grossen Inconstanz seiner Wirkung sich wenig empfiehlt. Wer nur kurze Zeit am Meere bleiben kann, ist zu sehr in Anspruch genommen, um sich mit Methoden zu befassen, bei deren Erfolg der Zufall eine so grosse Rolle spielt.

Von grosser Bedeutung ist dagegen die Beobachtung im frischen Zustand, da viele Structurverhältnisse (ektodermaler Plexus, Sinneszellen) hierbei deutlicher zu erkennen sind, als nach Behandlung mit Reagentien. Trotzdem ich diese Beobachtungsweise nicht vernachlässigt habe, bin ich doch bei der späteren Durcharbeitung des conservirten Materials auf Verhältnisse gestossen, wo eine erneute Prüfung der frischen lebenden Gewebe mir wünschenswerth erschien. Indessen das sind Uebelstände, welche sich bei der Bearbeitung von Meeresthieren fast für einen Jeden, dem es nur kurze Zeit vergönnt ist am Meere zu sein, bemerkbar machen.

Specieller Theil.

Um uns im Körper der Ctenophoren zu orientiren, müssen wir von drei aufeinander senkrechten Axen ausgehen, welche die Anordnung der Theile bestimmen und sich von einander unterscheiden 1) durch ihre verschiedene Länge und 2) durch die Verschiedenartigkeit ihrer Beziehungen zu den wichtigsten Organen. Die erste Axe, die Längs- oder Hauptaxe verbindet den durch die Lage der Mundöffnung ausgezeichneten oralen Pol mit dem gegenüberliegenden aboralen Pol; sie ist in der Regel am längsten und wird nur bei den bandförmigen Cestiden durch die hier aussergewöhnlich entwickelte Sagittalaxe an Länge überflügelt.

Die zweite Axe ist die Transversal- oder Queraxe; sie ist am leichtesten bei denjenigen Ctenophoren zu erkennen, bei welchen Tentakeln vorhanden sind, da diese in Zweizahl auftreten, einander gegenüberstehen und sich von zwei die Enden der Transversalaxe bezeichnenden Flächen aus erheben. Wenn die Tentakeln fehlen, dann ist die Transversalaxe noch am leichtesten nach der Lage der Magengefässe und der Gestalt des Magens zu bestimmen. Letzterer ist in transversaler Richtung abgeplattet, erstere fallen beide in die Ebene hinein, welche durch die longitudinale und transversale Axe gleichzeitig gelegt werden kann. Die transversale Axe ist kleiner als die Hauptaxe, aber gewöhnlich — eine Ausnahme machen die Beroiden und Cestiden — grösser als die Sagittalaxe. Diese letztere oder die dritte Axe ist zwar schon dadurch gekennzeichnet, dass sie auf den beiden anderen senkrecht steht; indessen lässt sie sich auch ohne diese Rücksichtnahme, allein nach ihren Beziehungen zum Magen charakterisiren. Denn da der Magen der Ctenophoren, wie soeben hervorgehoben wurde, in transversaler Richtung plattgedrückt ist, so ergiebt er auf einem Querschnitt, der zur Hauptaxe senkrecht geführt wird, einen Spalt, dessen längster Durchmesser mit der Sagittalaxe zusammenfällt. Die Sagittalaxe ist bei den Beroiden grösser als die transversale, bei den Cestiden sogar grösser als die

longitudinale Axe; bei den übrigen Ctenophoren ist sie dagegen kleiner als jene beiden.

Nur die Hauptaxe hat ungleichwerthige Enden, ein orales und ein aborales; die Enden der Sagittal- und Transversalaxen sind dagegen völlig gleichwerthig. Man kann daher am Körper der Ctenophoren zwar ein vorderes (orales) und hinteres (aborales) Ende, aber nicht Rechts und Links noch Ventral und Dorsal unterscheiden. Dies Verhältniss kommt weiter bei der Benennung der Flächen, welche den Körper begrenzen, in Betracht; im Ganzen können wir 6 Flächen oder Seiten annehmen, wenn sie auch bei der Rundung des Körpers nicht scharf abgegrenzt sind und ganz allmählich in einander übergehen. Zwei derselben sind als orale und aborale Seite leicht bestimmt, zwei weitere einander opponirte, welche die Enden der Sagittalaxe einnehmen und die bei ungleicher Beschaffenheit derselben als ventrale und dorsale von einander unterschieden werden könnten, mögen die Quer- oder Transversalseiten heissen. Es bleiben uns nur noch die beiden Seiten übrig, welche sich noch nicht als linke und rechte differenzirt haben; diese nenne ich die Lateralseiten oder auch die Tentacularseiten, weil hier die Tentakeln entspringen. Letzterer Name hat jedoch keine Berechtigung bei den tentakellosen Beroiden.

Durch zwei ganz bestimmte Ebenen kann der Körper der Ctenophoren in symmetrische Hälften zerlegt werden; die eine Ebene geht parallel den Lateralseiten durch die Longitudinal- und Sagittalaxe und ist die Sagittalebene; die andere ist die Transversalebene, weil sie sich in ähnlicher Weise durch die Longitudinal- und Transversalaxe legen lässt. Die Ctenophoren folgen somit der heterostauren Grundform Haeckel's; sie sind, wie Claus sich ausdrückt, nicht bilateral-, sondern zweistrahlig-symmetrisch.

Die Hauptmasse des Ctenophorenleibes ist eine Gallerte, welche stets ausserordentlich wasserreich ist und fast bei allen Arten leichter zerfliesst als die Gallerte der meisten anderen pelagischen Thiere. In sie eingebettet oder auf ihrer Oberfläche angebracht finden wir die einzelnen Organe, über deren Anordnung ich hier einen kurzen orientirenden Ueberblick geben will, bevor ich auf eine genauere histologische Schilderung eingehe. Wir haben dabei zu berücksichtigen: 1. den Sinneskörper mit den sich an ihn anschliessenden Polplatten, Wimperrinnen und Plättchenreihen, 2. das Gastrovascularsystem, 3. die Tentakeln und 4. die Geschlechtsorgane.

1. Der Sinneskörper oder das „Ganglion“ und die Polplatten liegen auf der aboralen Seite des Körpers, der erstere genau in der Mitte am Ende der Hauptaxe, die letzteren zu beiden Seiten vom Sinneskörper in der Weise angebracht, dass sie beide in die Richtung der Sagittalaxe fallen. Vom Sinneskörper aus entspringen die 8 Flimmerrinnen, welche sich ihrerseits in die 8 Reihen der Ruderplättchen fortsetzen. Die Flimmerrinnen und Plättchenreihen können wir unter dem gemeinsamen Namen „Meridianstreifen“ zusammenfassen, da sie ein zusammengehöriges Ganze bilden und wie Meridiane vom aboralen Pole nach dem oralen Pole verlaufen, ohne jedoch den letzteren zu erreichen; sie hören stets in einiger Entfernung vom Mundrand auf, welche je nach den einzelnen Arten verschieden gross ist.

2. Das Gastrovascularsystem beginnt am oralen Pole mit der Mundöffnung, einem in der Richtung der Sagittalaxe verlaufenden Spalt. Hieran schliesst sich der weite sackförmige Magen, welcher in entsprechender Weise zusammengedrückt ist, so dass er vornehmlich von zwei breiten Flächen begrenzt wird, welche den Lateral- oder Tentakularseiten des Ctenophorenkörpers parallel gestellt sind und in zwei von den Mundwinkeln ausgehenden Längskanten zusammen stossen.

Aus dem aboralen Ende des Magens gelangt man in den Trichter, einen relativ kleinen Raum, der aber insofern von Wichtigkeit ist, als er in das periphere Canalsystem führt. Das letztere besteht bei allen Ctenophoren aus dreierlei verschiedenen Gefässen, den Magengefässen, den Trichtergefässen und den Rippengefässen, zu denen sich dann noch bei den mit Tentakeln versehenen Formen die Tentakelgefässe gesellen.

Die Trichtergefässe entspringen aus dem hinteren Ende des Trichters und verlaufen nach dem aboralen Pole des Thieres, wo sie nicht weit von dem Ganglion ausmünden. Ich fand sie bei der Callianira bialata (Taf. XIX Fig. 4 ve′) in 4 Zahl vorhanden und gleichmässig vertheilt, so dass je ein Gefäss auf eines der vier Stücke kommt, in welche der Körper durch die Sagittal- und Transversalebene zerlegt wird. Da die Gefässe aus dem Trichter paarweis vereint entspringen, so erhalten wir folgende Anordnung; der Trichter gabelt sich an seinem Ende in sagittaler Richtung zunächst in zwei Gefässe, und diese theilen sich nach kurzem Verlauf in transversaler Richtung in zwei Endäste. Die Ausmündungen derselben liegen dicht neben den zwei Flimmerrinnen, welche einem

jeden der 4 Körpersegmente zukommen, auf der nach der Sagittalebene zugewandten Seite; sie schliessen sich zeitweilig, zeitweilig öffnen sie sich, indem sie einen Busch von Wimpern nach aussen hervortreten lassen. Zwei über das Kreuz gestellte Gefässe sind auffallend schwächer als die beiden übrigen. Dies leitet uns über zu dem bisher allein bekannten Verhältniss der Mehrzahl der Ctenophoren, welche überhaupt nur zwei Trichtergefässe besitzen. Da letztere hier völlig unsymmetrisch gleichfalls über das Kreuz gestellt sind, so lässt sich annehmen, dass ursprünglich, wie es bei den Callianiren noch der Fall ist, überall 4 symmetrisch angeordnete Gefässe vorhanden waren, von denen sich jedoch zwei rückgebildet haben. Die in allen Organen ausgesprochene zweistrahlige Symmetrie würde somit auch in der Beschaffenheit der Trichtergefässe ursprünglich vorhanden gewesen sein und erst secundär dem asymmetrischen Verhalten Platz gemacht haben.

Alle übrigen Gefässe entspringen nicht direct aus dem Trichter, sondern aus zwei Hauptstämmen, welche in transversaler Richtung und einander opponirt vom Trichter ausgehen. Jeder Hauptstamm giebt zunächst nach abwärts ein Magengefäss ab, welches dicht auf der breiten Fläche des Magens sich bis an den Mundrand herab erstreckt und bei manchen Arten, z. B. bei Callianira und Cestus sich hier in zwei Endäste gabelt. Auf einem Querschnitt durch den Körper einer Ctenophore sieht man in der Mitte das spaltförmige Lumen des Magens und zu beiden Seiten desselben die Lumina der Magengefässe dicht angeschmiegt.

In seinem weiteren Verlauf spaltet sich jeder Hauptstamm in zwei Aeste und jeder Ast abermals in zwei Gefässe. So entstehen in jeder Hälfte des Thieres 4 Rippengefässe, welche in longitudinaler Richtung unter den Reihen der Ruderplättchen verlaufen, über dieselben noch eine Strecke weit nach dem Munde zu hinausreichen und dann gewöhnlich blind geschlossen endigen. Bei Callianira bialata, Cydippe hormiphora und verwandten Formen stossen die Endäste, welche aus der wiederholten dichotomen Theilung der Hauptgefässe entstanden sind, auf die Plättchenreihen unterhalb ihres oberen Endes; sie gabeln sich hier in einen aufsteigenden und absteigenden Ast, von denen der eine unter dem oberen, der andere unter dem unteren Theil der Plättchenreihe gelegen ist. Der aufsteigende Ast ragt bei den Callianiren weit über den Anfang der Plättchenreihe hinaus, was mit der besonderen Beschaffenheit zusammenhängt, welche den aboralen Theil des Körpers dieser Ctenophore auszeichnet. Der Körper ist nämlich zu

beiden Seiten des Sinneskörpers in zwei lange Zipfel ausgezogen, welche die Namen C. bialata und E. cordata veranlasst haben und die Gestalt hoher 4seitiger Pyramiden besitzen. In jeden Zipfel treten die aufsteigenden Schenkel von 4 Rippengefässen ein und verlaufen in ihm den Kanten entlang bis zur Spitze, wo sie ihr Ende finden.

Von den Tentakelgefässen giebt es im ganzen vier, zwei unter jeder Tentakelwurzel, welche unter diesem sehr ansehnlichen, langgestreckten Organ in longitudinaler Richtung hinziehen. Obwohl sie dicht neben einander gelagert sind, hängen sie dennoch nicht unter sich direct zusammen, sondern nur durch Vermittelung des Hauptgefässes, von welchem sie beide entspringen. Wie die Rippengefässe so bestehen auch die Tentakelgefässe bei Cydippe, Callianira u. A. aus zwei Schenkeln, welche von der Verbindungsstelle mit dem Hauptgefäss aus gerechnet sich nach oben und nach unten erstrecken.

3. Die Tentakeln werden von den letztgenannten Gefässen ernährt, ohne dass Aussackungen derselben in ihr Inneres eintreten; sie sind lange Stämme, welche mit kleineren Seitenfäden besetzt sind, und können in besondere Tentakelsäcke oder Tentakelhöhlen zurückgezogen werden, weite Hohlräume, welche auf den Lateral- oder Tentakularseiten ausmünden; die Tentakeln wie die Tentakelsäcke kommen somit in die transversale Körperaxe zu liegen. Am Grund der Tentakelsäcke findet sich die Tentakelwurzel, aus welcher der Hauptstamm und die Seitenfäden entspringen.

4. Die Geschlechtsorgane endlich folgen dem Verlauf der Rippengefässe, in deren Wandungen männliche und weibliche Geschlechtsproducte gleichzeitig, wenn auch räumlich gesondert angetroffen werden; dabei ergeben sich bei den einzelnen Gattungen Verschiedenheiten, je nachdem die Rippengefässe nahezu in ganzer Ausdehnung oder nur innerhalb bestimmter Bezirke mit Geschlechtsproducten versehen sind.

Nachdem wir im Vorhergehenden die wichtigsten Organe der Ctenophoren kennen gelernt haben, können wir nunmehr zu einer genaueren Betrachtung derselben übergehen, indem wir besonders auf die den Körper zusammensetzenden Gewebe unser Augenmerk richten. Dabei lege ich die Eintheilung des Körpers in die drei Hauptschichten, aus denen er sich im entwickelten Zustand zusammensetzt zu Grunde, die Eintheilung in Ektoderm, Entoderm und Mesoderm. Eine solche Betrachtungsweise empfiehlt sich bei den Ctenophoren wegen der wesentlichen Ver-

schiedenheiten, welche zwischen den 3 Schichten leicht nachweisbar sind.

I. Das Ektoderm.

Unter den drei Körperschichten der Ctenophoren ist das Ektoderm am weitesten ausgebreitet, indem es nicht allein die gesammte Körperoberfläche bedeckt, sondern auch die Auskleidung des Magens besorgt. Denn dieser Theil des Gastrovascularsystems entsteht nach den übereinstimmenden Angaben von Kowalevski, Fol und Chun, Angaben, die ich, gestützt auf die Beobachtung von Embryonen der Callianira bialata, bestätigen kann, durch eine Einstülpung des äusseren Keimblattes oder Ektoblasts. Auch ist das Ektoderm histologisch am mannigfaltigsten differenzirt; ausser gewöhnlichen Deckzellen enthält es Drüsen-, Pigment-, Flimmer- und Sinneszellen, Nerven und Muskeln. Die wichtigsten Organe sind Nichts als besonders differenzirte Partieen des Ektoderms; so sind, abgesehen vom Magen, die Sinneskörper, die Polplatten und Meridianstreifen, die Tentakeln und wahrscheinlich auch die Geschlechtsorgane ausschliesslich von Ektodermzellen gebildet. Alle diese Theile müssen wir einer gesonderten Besprechung unterziehen, nachdem wir die allgemeinen Charaktere, welche das Ektoderm als Epidermis des Körpers besitzt, kennen gelernt haben.

1. Ueber den Bau der Epidermis.

Für das Aussehen der Epidermis sind am meisten maassgebend die Deckzellen und die Drüsenzellen, da sie alle übrigen Elemente bei weitem an Zahl übertreffen und gemeinsam den grössten Theil der Körperoberfläche überziehen. Im frischen Zustand sind beide fast völlig homogen und durchsichtig und lassen sich gewöhnlich gar nicht von einander unterscheiden; höchstens bilden die Drüsenzellen wegen ihres stärkeren Lichtbrechungsvermögens schwach glänzende Körper, welche etwas über das Niveau der Umgebung hervorragen und bei Cestus Veneris (Taf. XV Fig. 2) ab und zu gelappt erscheinen. In der Epidermis von Beroë sind beim lebenden Thiere nur zahlreiche rundliche Körner sichtbar, welche alle von gleicher Grösse sind und sich mit ziemlicher Regelmässigkeit in polygonalen Figuren anordnen (Taf. XV Fig. 3. u. 7). Den Grund zu dieser Zeichnung erblicke ich darin, dass die Körner vom Zellinhalt nach der Peripherie verdrängt worden sind und in Folge dessen die Zellengrenzen auch im frischen Zustand zur Anschauung bringen.

Um Deckzellen und Drüsenzellen von einander zu unterscheiden, muss man die Ctenophoren in Alkohol, Picrinschwefelsäure oder Osmiumsäure erhärten und in Carmin (am besten in Alauncarmin) färben. Die Körperoberfläche z. B. von Beroë ovatus (Taf. XXI Fig. 15 d) ist dann übersäet von rothen Flecken, welche entweder einzeln oder zu 2 bis 3 nebeneinander liegen und durch grössere und kleinere Zwischenräume getrennt werden. Jeder Fleck ist ein Aggregat rundlicher oder schwach polygonal abgeplatteter Körperchen, welche nur wenig in ihrer Grösse variiren, das Licht stark brechen und der Sitz der rothen Färbung sind. In den Zwischenräumen ist die Epidermis ungefärbt und von zahlreichen Vacuolen durchsetzt; die grösseren der Vacuolen enthalten dabei in ihrem Inneren noch weiter ein feines protoplasmatisches Netz, während sich in den breiteren Protoplasmabrücken hier und da zerstreut die zu den einzelnen Epidermiszellen gehörigen Kerne finden. Die roth gefärbten Körnerhaufen erinnern an die Elemente, welche auch bei anderen Coelenteraten wiederkehren und bei den Actinien von v. Heider, meinem Bruder und mir beschrieben worden sind; wie diese deute ich sie als Drüsenzellen und die zwischen ihnen vorhandenen vacuolisirten Zellen als einfache Deckzellen.

Bei der Anwendung mancher Reagentien ist der Unterschied der beiden Zellenarten gar nicht oder nur wenig ausgesprochen. Mit Osmium-Essigsäure behandelt sieht die Epidermis, selbst wenn Carminfärbung zur Hülfe genommen wurde, ganz gleichmässig von Vacuolen durchsetzt aus. Bei Cydippe und Callianira sind die Flüssigkeitsräume klein (Taf. XV Fig. 11 u. 13), bei Beroë dagegen sehr gross und durch breite Protoplasmastreifen getrennt, in welchen die auch im frischen Zustand sichtbaren kleinen Körnchen ihren Platz finden. In Carmin haben sich nur die Kerne gefärbt, die rund oder oval von Gestalt in grosser Zahl durch das Gewebe zerstreut sind und zum Theil den Deck-, zum Theil den Drüsenzellen angehören. Die Secretkörnchen der letzteren sind durch Quellung ganz verloren gegangen, weshalb die Drüsenzellen dieselbe blasige Structur wie die Deckzellen angenommen haben.

Das Zahlenverhältniss, in welchem Deckzellen und Drüsenzellen zu einander stehen, ist ein bei den Arten verschiedenes. Bei Eucharis überwiegen die Drüsenzellen, bei Callianira die Deckzellen, bei Beroë und Cestus mögen beide in gleicher Menge nebeneinander vorkommen. Uebrigens sind diese Verhältnisse nicht ein-

mal bei derselben Art in allen Abschnitten des Körpers die nämlichen.

Die Pigmentzellen treten bei den Ctenophoren in zweierlei Formen auf. Bei Beroë ovatus gleichen sie den Pigmentzellen in der Epidermis der Frösche und schieben sich einzeln zwischen die übrigen Epithelzellen ein. Ihr Körper ist rundlich oder langgestreckt und zieht sich in zahlreiche Fortsätze aus, die sich wie die Pseudopodien eines Rhizopoden weit hin verästeln. Das röthliche Pigment ist in kleinen Körnchen abgelagert sowohl im Körper der Zellen, als in ihren Ausläufern, so dass letztere sich überaus klar verfolgen lassen.

Bei Callianira bialata sind einzelne Epithelzellen, welche sich in ihrer Gestalt von gewöhnlichen Deckzellen nicht unterscheiden, mit rostbraunen Pigmentkörnchen angefüllt, desgleichen ist auch ihr Protoplasma diffus rostbraun gefärbt. Mehrere derart pigmentirte Epithelzellen liegen dicht bei einander zu kleinen Pigmentflecken vereint, welche in grosser Zahl allerorts auf der Oberfläche der Callianira zerstreut sind. Wie im Tapetum nigrum des Wirbelthierauges sind die Grenzen der einzelnen Zellen durch helle Contouren bezeichnet, so dass ein deutliches Zellenmosaik entsteht; auch sind die Kerne als helle Stellen inmitten des Pigments leicht zu erkennen.

Den Pigmentzellen schliessen sich die von Chun (6) entdeckten irisirenden Zellen des Cestus Veneris an. Der Venusgürtel erglänzt nicht selten in einer zarten schönblauen Farbe; das Farbenspiel findet, wie Chun wohl mit Recht vermuthet, seine Erklärung in besonderen Zellen, die bei keiner anderen Ctenophore, wenigstens bei keiner von uns beiden beobachteten Form vorkommen, dagegen bei keinem Cestus vermisst werden; es sind schüppchenförmige Körper, deren Zellkern durch eine homogene Masse nach der Peripherie verdrängt ist. Die Masse hat einen wachsartigen Glanz, sieht bei durchfallendem Licht gelblich aus und färbt sich in Carmin röthlich, wenn auch schwächer als die Substanz der Drüsenzellen. Wir haben es also mit Epithelzellen zu thun, die sich mit einer besonderen Masse völlig infiltrirt haben.

In der Epidermis der Ctenophoren sind die Zellgrenzen, sei es im frischen Zustand, sei es nach Behandlung mit Reagentien, nur in soweit erkennbar, als die Zellkörper gefärbt sind, wie bei den Drüsen- und Pigmentzellen und den irisirenden Zellen; die Deckzellen dagegen scheinen bei allen diesen Beobachtungsmethoden zu einer einzigen continuirlichen Masse zusammengeflossen zu

sein. Um nun zu zeigen, dass dies nicht der Wirklichkeit entspricht, habe ich versucht durch Anwendung der Versilberungsmethode die Zellengrenzen deutlich zu machen.

Bei Meerwasserorganismen stösst bekanntlich die Anwendung des Argentum nitricum auf Schwierigkeiten, welche durch den grossen Gehalt der Gewebe an Chlorverbindungen hervorgerufen werden. Ich legte daher die zu versilbernden Objecte zunächst kurze Zeit in eine dünne Osmiumlösung, wusch dann mit destillirtem Wasser aus, bis das Spülwasser mit Silberlösung nur noch einen ganz geringen Niederschlag ergab und übertrug schliesslich das Gewebstück etwa 6 Minuten in eine 1 $^0/_0$ Silberlösung. Nachdem diese ausgewaschen und das Präparat dem Sonnenlichte ausgesetzt worden war, gelang es mir bei Callianira einige Male, wenn auch nicht über den ganzen Körper, sondern nur an einzelnen Stellen scharf gezeichnete Silberlinien zu erhalten, welche die Grenzen der Zellen anzeigten. (Tafel XV Fig. 6). Die Silberlinien ergaben die für Plattenepithelien charakteristischen Figuren, unregelmässige Polygone, welche nicht überall von gleicher Grösse waren. Zwischen die polygonalen Zellfiguren waren hier und da kleine Kreise eingeschaltet, welche auf dem Grenzcontour zweier benachbarter Zellen oder noch häufiger in dem Winkel, wo mehrere Zellen zusammenstiessen, lagen. Seltener wurde auch ein solcher von einer Silberlinie umschriebener Kreis inmitten eines Zellenterritorium angetroffen. Diese Kreise beziehe ich auf Zellen, welche nicht die abgeplattete Gestalt der bisher betrachteten Elemente besitzen, zwischen sie vertheilt sind und wie sie an der Begrenzung der Oberfläche Antheil haben. Es sind dies die Flimmerzellen und die Sinneszellen.

Die Flimmerzellen sind selten auf ihrem freien Ende mit einem dichten Wald von langen feinen Cilien bedeckt (Taf. XIX Fig. 17 α), gewöhnlich tragen sie nur ein Büschel derselben, welche dann öfters unter einander verkleben und den Anschein einer einzigen dicken schwingenden Geissel erwecken. Im Allgemeinen sind sie sehr unregelmässig verbreitet. Bei Beroë ovatus garniren sie den Mundrand, bei Callianira bialata sind sie vereinzelt überall im Körperepithel, besonders reichlich im Umkreis des Sinneskörpers anzutreffen; bei Cestus Veneris fehlen sie auf den Breitseiten des Körpers, sind dagegen vorhanden auf der oralen und aboralen Seite. Auf der oralen Seite des Cestus läuft eine tiefe unpaare Furche von einem Ende des bandförmigen Körpers zum anderen; wir können sie die Mundfurche nennen, weil sich in ihrer Mitte

die Mundöffnung befindet und weil sie nach dieser die Nahrung hin leitet. Zu letzterem Zwecke ist sie mit Flimmern so reichlich ausgekleidet, dass man leicht zur Annahme verleitet wird, dass ihr Epithel allein aus Flimmerzellen besteht. Indessen sind die Flimmerzellen nur in grossen Mengen zwischen gewöhnliche Deckzellen eingeschaltet; die Büschel ihrer Wimpern erheben sich einzeln oder in Gruppen und Reihen angeordnet aus den flachen Vertiefungen, welche den Grenzen der Deckzellen entsprechen. Am aboralen Pole sind die Wimperbüschel im Epithel spärlicher und nehmen ausserdem an Zahl vom Sinneskörper aus nach den Enden des Körperbandes ab. Ueber das Vorkommen von Flimmerzellen in den Tentakelsäcken werde ich später bei der Beschreibung des Tentakelapparats handeln.

Unter dem gemeinsamen Namen Sinneszellen fasse ich 2 verschiedene Zellenformen zusammen, die darin übereinkommen, dass sie mit starren offenbar zum Tasten dienenden Fortsätzen versehen sind. Die Fortsätze sind entweder lange dünne Borsten, oder sie sind kleine Stifte, welche von der Zelle mit breiter Basis entspringen und sich conisch nach der Spitze zu verjüngen. Tastborsten und Taststifte können entweder einzeln oder zu mehreren auf einer Zelle sitzen.

Die gewöhnlichste Form der Sinneszelle, welche bei den meisten Ctenophoren auf der Körperoberfläche und hier wiederum fast an allen Orten nachgewiesen werden kann, ist eine Zelle, welche mehrere kleinere Taststifte trägt. Die Zahl der letzteren ist bei Eucharis multicornis ziemlich ansehnlich: 5—7 stehen so auf dem peripheren Zellenende, dass sie von diesem aus divergiren und einen kleinen kronenartigen Aufsatz erzeugen. Bei Beroë (Taf. XV Fig. 7) dagegen, bei welcher der Umkreis des Sinneskörpers und die Ränder der Flimmerrinnen sich als zur Untersuchung geeignete Stellen empfehlen, kommen auf eine Zelle jedesmal nur 2 oder 3 Stiftchen, deren basale verbreiterte Enden sich in das Innere des Zellenkörpers verfolgen lassen. Der eindringende Theil jedes Stiftes verjüngt sich dabei ebenfalls conisch, nur schneller als der frei hervorragende, welcher länger ist. Im Innern der Zelle convergiren die Stifte mit ihren Enden nach einem central gelegenen Punkt.

Endlich giebt es auch Sinneszellen, welche nur einen einzigen Taststift tragen; derselbe ist dann von ansehnlicher Länge und Dicke, so dass man in vortrefflicher Weise seine Endigung in der Zelle feststellen kann. Nicht allein dringt er mit stumpfer coni-

scher Spitze in das Protoplasma, sondern das letztere überzieht auch den über die Epitheloberfläche hervorragenden Theil noch eine Strecke weit mit einer dünnen aber deutlich nachweisbaren Scheide. Solche Tastzellen finden sich am Mundrand von Beroë ovatus (Taf. XIX Fig. 11 u. 17γ) auf den Tastpapillen von Cestus Veneris (Taf. XV Fig. 5) und Eucharis multicornis (Taf. XV Fig. 1 u. 4) an Stellen, welche auch in anderer Hinsicht von Interesse sind und daher noch besonders geschildert werden sollen.

Die zweite Art der Sinneszellen, welche mit Tastborsten ausgestattet ist, wird im Allgemeinen seltener beobachtet; sie findet sich hier und da im Epithel von Callianira bialata, welchem Taststifte vollkommen zu fehlen scheinen, und sonst nur noch auf den Tentakeln der Ctenophoren und den Tastpapillen von Cestus und Eucharis (Taf. XV Fig. 4). Entweder sind viele Tastborsten oder nur eine derselben auf dem Zellenende vorhanden. Im letzteren Fall (Fig. 4) wird die Basis der Borste von einer kleinen ringförmigen Erhebung der Zelle umfasst, während eine Verlängerung in die Zellsubstanz selbst nicht nachgewiesen werden konnte.

Der Zellkörper, welcher zu den beschriebenen Tastapparaten gehört, mögen dieselben Stifte oder Borsten sein, zeigt keine Besonderheiten; er ist cubisch oder cylindrisch und enthält einen grossen Kern. Wo ich ihn isoliren konnte — es war dies am Mundrand der Beroiden (Taf. XIX Fig. 11) der Fall — war es mir nicht möglich, an ihm Ausläufer nachzuweisen, welche den Eindruck von Nervenfädchen gemacht hätten.

Bei der Betrachtung des Ektoderms gelange ich jetzt zu einem sehr bedeutsamen Punkt, zu der Frage nach der Existenz von Nervenfasern ausserhalb der Gallerte. Diese Frage ist bisher von allen Forschern im negativen Sinne beantwortet worden, sowohl von Eimer, welcher sonst Nervenfasern bei den Ctenophoren annimmt, als auch von Chun, der ein ächtes Nervensystem in Abrede stellt. Wenn ich den Ctenophoren ein ektodermales Nervensystem zuspreche, so stütze ich mich auf Resultate, die ich 1. durch Beobachtung im frischen Zustand, 2. durch Untersuchung macerirter Gewebe erhalten habe.

In der Epidermis der Ctenophoren ist schon im frischen Zustand eine netzförmige Zeichnung erkennbar, welche das Epithel in grössere und kleinere polygonale Stücke zu zerlegen scheint. Am leichtesten bemerkt man dieselbe bei Callianira bialata, besonders an den beiden aboralen Körperzipfeln, einem recht geeigneten Untersuchungsobject. Die netzförmige Zeichnung wird hier durch ziem-

lich breite etwas faserig aussehende Stränge veranlasst, welche unter einander sich vereinigen und so 3, 4 oder 5eckige Felder umschreiben. Noch schönere Präparate liefern Beroë, Eucharis und Cestus. Zwar ist die Structur hier wegen der grossen Durchsichtigkeit der Gewebe ausserordentlich viel zarter und daher leichter zu übersehen; gleichwohl treten die Contouren deutlicher hervor, sowie man nur einmal aufmerksam geworden ist und mit stärkeren Vergrösserungen und bei genauer Einstellung die Epidermis durchmustert. Die Verhältnisse sind überall im Wesentlichen die gleichen, so dass ich sie nur von Beroë ovatus genauer zu schildern nöthig habe.

Stellt man das Mikroskop etwas unter die Oberfläche des Epithels ein, so erhält man ein Bild, als ob das Gewebe von feinsten capillaren Gängen durchzogen würde. (Taf. XV Fig. 3). Indem die Gänge sich verästeln und untereinander anastomosiren, bilden sie ein Netz wie es von den Capillaren der Wirbelthiere hergestellt wird; kleinere und grössere Maschen grenzen aneinander, die meisten von ihnen 4 oder 5eckig; gewöhnlich stossen dabei in einer Ecke 3, seltener 4 Gänge zusammen. Das ganze Netz breitet sich in einer Ebene aus, über die das Epithel continuirlich hinwegzieht, ohne von ihm in seiner Anordnung irgendwie beeinflusst zu werden. Die polygonale Felderung, welche durch die schon oben kurz erwähnten kleinen Körnchen im Epithel hervorgerufen wird und im Allgemeinen den Grenzen der Zellen entspricht, kreuzt die netzförmige Zeichnung der Gänge in beliebiger unregelmässiger Weise. Um dies zu controliren muss man successive die Einstellung wechseln, da beide Zeichnungen in verschiedenen Ebenen liegen, das System der Gänge tiefer als das System der Körnchenreihen. Auch die Flimmer- und Sinneszellen werden in ihrer Stellung nicht beeinflusst.

Ferner kann man bei der Beobachtung im frischen Zustand erkennen, dass die Gänge einen Inhalt haben. (Taf. XV Fig. 7). Es schienen mir 1, 2 oder 3 feine Fäden neben einander zu verlaufen, stellenweise, namentlich in den Knotenpunkten anzuschwellen und sich hier zu theilen. Leider wird die Sicherheit der Beobachtung dadurch beeinträchtigt, dass die Fäden ausserordentlich zart sind und auch bei genauer Einstellung des Mikroskops keine scharfen Contouren besitzen.

Ein sehr ähnliches Netzwerk habe ich bei Cestus (Taf. XV Fig. 2) neben den Reihen der Ruderplättchen und bei Eucharis an sehr vielen Stellen der Körperoberfläche, besonders schön an den

Tastpapillen und in der Umgegend der Tastpapillen nachgewiesen. Bei Eucharis schienen mir die Maschen am grössten zu sein. Zugleich wurde ich hier auf äusserst feine ebenfalls netzartig vereinte Linien aufmerksam, die das Areal einer Masche weiter abtheilten und stellenweise Verdickungen bildeten.

Ich deute das geschilderte Netz anastomosirender Gänge als einen Nervenplexus, die feinen Fäden in ihm als Nerven, welche hier und da zu Ganglienzellen anschwellen; dagegen lasse ich es unentschieden, ob die bei Eucharis allein aufgefundenen Linien weitere Endausbreitungen von Nerven sind oder nur durch Kittlinien im Epithel hervorgerufen werden. Der Plexus findet seinen Platz unter den Epithelzellen, zwischen diesen und der Gallerte, er ist somit subepithelial wie der Plexus der Medusen.

Ueber das im frischen Zustand beobachtete Netz habe ich weitere Aufschlüsse durch Behandlung mit Reagentien zu gewinnen versucht; hierbei ist es mir trotz vielfältiger Bemühungen nicht geglückt, eine Methode ausfindig zu machen, welche constante und gleichmässige Bilder ergeben hätte, und kann ich daher hier nicht über Resultate berichten, welche so beweisend wären, wie bei den Medusen und Actinien. Immerhin habe ich Präparate erhalten, welche in Ganglienzellen den Grund zu der beim lebenden Thier so scharf gezeichneten Structur erkennen lassen.

Um zum Ziele zu gelangen, sind zwei Verfahren möglich: einmal die Anfertigung von Situspräparaten, wie sie bei den Medusen ausgeführt werden konnten, und zweitens die Isolation der Elemente in der bei den Actinien beschriebenen Weise. Für beide Verfahren sind die Ctenophoren sehr ungeeignete Objecte. Die Anfertigung von Situspräparaten, bei welcher Alles darauf ankömmt, die Elemente des Nervennetzes dunkler zu färben als die bedeckenden Epithelzellen, hat mit der Schwierigkeit zu kämpfen, dass unter dem Einfluss der Reagentien die Epidermis undurchsichtiger wird, als man erwarten möchte, und dass zugleich der blasige Charakter ihrer Zellen sehr in den Vordergrund tritt. Das Letztere hat zur Folge, dass in das Präparat eine Menge unregelmässiger Linien hineinkommen, welche das Zustandekommen eines klaren Bildes unmöglich machen. Wenn man Osmium-Essigsäure mit darauf folgender Carminfärbung benutzt, was ich immer noch am vortheilhaftesten gefunden habe, so kann man zwar durch Abkürzung der Einwirkung des Reagens die vacuolige Gerinnung etwas verhindern oder doch wenigstens soweit mildern, dass sie

nicht mehr sehr schadet, aber dann sind häufig die Zellen des Plexus nicht gut conservirt. Man hat daher zwischen zwei Uebelständen die Mitte einzuhalten, was nicht immer gelingt.

Die Isolation der Elemente wird durch zwei Verhältnisse erschwert. Einmal fehlt eine feste Stützlamelle, welche es ermöglicht, die Epidermis als ein Häutchen von der unterliegenden Gallerte abzuziehen, und ausserdem hängen die Zellen viel fester aneinander als bei den Actinien und Medusen. Pinselpräparate und Zerzupfungspräparate schlugen daher beide fehl; dagegen erhielt ich einige mehr befriedigende Resultate, wenn ich ein Stück Epidermis mit der zugehörigen Gallerte in viel Wasser auf dem Objectträger glatt ausbreitete, ein Deckgläschen darauf legte und das Wasser langsam entfernte. Das Deckgläschen drückt dann ganz allmählich auf die Gallerte und presst dieselbe auseinander. Da hierbei auch das Epithelhäutchen auseinandergezerrt wird, so lockert sich der Zusammenhang seiner Theile; es können sogar in ihm Risse und Spalten entstehen, in welche hier und da eine Ganglienzelle frei hineinragt. Das Bild gewinnt an Deutlichkeit, wenn es gelingt das Präparat umzudrehen und das Epithel von seiner unteren Seite zu betrachten, weil der Plexus dann über die Epithelzellen zu liegen kommt.

In der besprochenen Weise wurden die Präparate angefertigt, welche in den Figuren 8, 11 u. 13 der Tafel XV abgebildet sind. Figur 8 bezieht sich auf Beroë ovatus, Figur 11 auf Callianira bialata, Figur 13 auf Cydippe hormiphora. Alle Figuren stimmen im Wesentlichen überein und zeigen unter dem Epithel Zellen, welche sich von den übrigen Epithelzellen dadurch unterscheiden, dass sie kleiner sind, ein homogenes durch Osmiumsäure etwas dunkler gefärbtes Protoplasma besitzen und nicht bis zur Oberfläche reichen. Die Zellen haben einen Körper, der fast ganz vom Kern gebildet wird und nur eine dünne Rindenschicht von Protoplasma erkennen lässt, sie verlängern sich in zwei, drei oder vier Ausläufer, welche man zuweilen sich noch weiter verästeln sieht.

Indem die Ausläufer benachbarter Zellen einander begegnen und eine Strecke weit neben einander hinziehen, entsteht ein Maschenwerk, in dessen Ecken mit Vorliebe die Zellenkörper liegen, während die Seiten der Maschen von den Ausläufern der Zellen eingenommen werden. Gewöhnlich laufen zwei Ausläufer, seltener drei nebeneinander.

Bei einem Vergleich der Resultate, zu denen die Beobach-

tung im frischen Zustand und die Beobachtung nach Behandlung mit Reagentien geführt haben, kann es nicht zweifelhaft sein, dass die durch Osmium-Essigsäure deutlich gemachten verästelten Zellen die netzförmige Zeichnung in der Epidermis der Ctenophoren veranlassen, da in beiden Fällen die Form und die Grösse der Maschen dieselben sind. Ferner macht die Aehnlichkeit, welche die Zellen in Gestalt und Anordnung mit den Ganglienzellen in der Subumbrella der Medusen besitzen, es sehr wahrscheinlich, dass sie ebenfalls als Theile des Nervensystems angesehen werden müssen; die Behandlung mit Reagentien trägt somit dazu bei die schon oben ausgesprochene Deutung sicherer zu stellen.

Mit den plexusartig angeordneten Zellen stimmen in ihrer subepithelialen Lagerung kleine Elemente überein, welche ich nur bei Cestus Veneris aufgefunden habe. Durch Osmiumsäure stark geschwärzt fallen sie als rundliche Körper in die Augen, die hier und da zu kleinen Haufen zusammengedrängt sind. Selten sind sie mit kurzen Ausläufern versehen, mit Hilfe deren sie unter einander zu Reihen vereint sein können (Taf. XIX Fig. 2). Es ist mir sehr zweifelhaft, ob wir es hier mit Ganglienzellen zu thun haben, deren Fortsätze nicht gut erhalten sind, oder ob nicht vielmehr die Zellen eine andere Bedeutung haben.

Da der Nachweis von Ganglienzellen im Ektoderm der Ctenophoren fast überall auf Schwierigkeiten stösst, so musste es mir von Werth sein, Stellen ausfindig zu machen, an denen die Arbeit durch die besondere Gunst der Verhältnisse erleichtert wird. Dies ist mir auch geglückt und habe ich im Magenrohr der Beroiden ein Organ kennen gelernt, in dem der Ganglienplexus auf grosse Strecken hin im Zusammenhange dargestellt werden kann. Ich hebe dies jetzt schon hervor, weil dadurch die Beobachtungen über die Epidermis grössere Sicherheit gewinnen, im Uebrigen behalte ich es mir vor, bei der Schilderung des Magens noch einmal genauer hierauf zurückzukommen.

Der letzte Bestandtheil des Ektoderms, welchen wir noch zu besprechen haben, wird durch die Muskelfasern gebildet. Im Gegensatz zu den Hydroiden, Medusen und Actinien, deren Muskulatur ganz oder zum grossen Theil aus dem Ektoderm stammt, sind ektodermale Muskelfasern bei den Ctenophoren verhältnissmässig selten, da die wichtigsten Bewegungen bei den meisten Formen durch die contractilen Fasern des Mesoderms vermittelt werden. Im Allgemeinen sind es homogene ziemlich dicke Fäden von bedeutender Länge (Taf. XIX Fig. 3, 5; Taf. XV Fig. 13; Taf. XX

Fig. 2 m), welche kein Sarkolemm besitzen und auch nicht in Rinden- und Axensubstanz differenzirt sind, wie wir dies später von den mesodermalen Muskeln noch kennen lernen werden; sie sind subepithelial, d. h. sie schieben sich zwischen die Gallerte und die Epithelzellen ein, ohne mit den letzteren zu Epithelmuskelzellen verbunden zu sein. Auf der dem Epithel zu- und von der Gallerte abgewandten Seite tragen sie von Stelle zu Stelle besondere Muskelkörperchen, ovale Kerne mit nur spärlichem Protoplasma.

Wo ektodermale Muskelfasern bei den Ctenophoren vorkommen, da ist ihre Anordnung fast in jedem einzelnen Falle eine andere, und auch in der Beschaffenheit ihrer Enden ergeben sich Verschiedenheiten. Bei Cydippe hormiphora (Taf. XV Fig. 13) laufen die Muskelfasern durch kleine Zwischenräume getrennt und mit grosser Regelmässigkeit über die Körperoberfläche vertheilt in longitudinaler Richtung vom aboralen Pole nach dem Mundrand zu; sie endigen in sehr mannichfacher Weise (Taf. XIX Fig. 5), bald mit einer Verbreiterung, von welcher kurze Spitzen ausgehen, bald mit einer Anzahl feiner Endfäden, bald auch theilen sie sich zuvor erst in zwei Fasern, von welchen eine jede in der einen oder anderen Form ihr Ende finden kann. Ausserdem ist auch der Tentakelsack von Muskelfasern ausgekleidet, worüber Näheres bei der Beschreibung des Tentakelapparats nachzulesen ist.

Die Muskelfasern von Eucharis multicornis sind langgestreckte Spindeln und haben beiderseits zugespitzte Enden; sie sind unregelmässig nach allen Richtungen gekreuzt und folgen einer bestimmten Anordnung nur auf den Tastpapillen, wo sie in longitudinaler Richtung ziehen, und auf den Körperlappen, wo sie zwei sich rechtwinkelig kreuzende Systeme bilden und daher eine netzförmige Zeichnung mit rechteckigen Maschen veranlassen.

Die gleichen zugespitzt endenden Muskelfasern kehren auch bei Cestus Veneris (Taf. XIX Fig. 3) wieder, wo sie am kräftigsten entwickelt sind, sowohl was die Dicke der Einzelfasern als auch was ihre Zahl anbetrifft. Namentlich sind die beiden Breitseiten (Tentacular- oder Lateralseiten) des bandförmigen Körpers mit einer dicken Muskelschicht bedeckt, welche in sagittaler Richtung (in der Längsrichtung des Bandes) von einem Ende zum anderen verläuft und nur einen schmalen dem oberen Rand parallelen Streifen frei lässt. Beim ausgebildeten Thier liegt hier Muskelfaser dicht neben Muskelfaser und nur in den oralen und aboralen Randpartieen ist die Aneinanderfügung eine lockere; zugleich kreu-

zen sich hier ab und zu die Muskelfasern unter spitzen Winkeln, was sonst nicht vorkommt.

Unter dieser ansehnlichen Muskelschicht, deren Mächtigkeit die kräftigen schlängelnden Bewegungen des Cestus verständlich macht, liegt noch eine Lage schwächerer Elemente, welche erst dann gut überblickt werden kann, nachdem jene an Macerationspräparaten durch Abpinseln und Abzupfen vollkommen entfernt ist (Taf. XIX Fig. 3; in dem der Figur zu Grunde liegenden Präparate waren einige Fasern aus der oberflächlichen Hauptschicht beim Abpinseln zurückgeblieben). Auch diese zweite Muskellage gehört noch dem Ektoderm an, scheint aber durch eine Kittsubstanz zusammengehalten zu werden, in welcher die Abdrücke der abgepinselten äusseren Muskelfasern noch zu erkennen sind. Die Fasern der zweiten Schicht kreuzen die der ersten unter sehr verschiedenen Winkeln, einige rechtwinkelig, andere spitzwinkelig und unter den letzteren wieder ein Theil in der Richtung von links unten nach rechts oben, ein anderer von rechts unten nach links oben. Da sie durch grosse Abstände von einander getrennt sind, fügen sie sich zu einem Netz zusammen ähnlich dem Geflecht eines Rohrstuhls.

Die in Rede stehenden Muskelfasern sind zarter; sie haben unregelmässig zackige und mit kleinen Spitzchen besetzte Contouren, auch schien es mir, als ob sie sich mit Hilfe der spitzen Fortsätzchen an Kreuzungsstellen unter einander verbänden. Besondere Beachtung aber verdienen die Enden der Fasern, welche von ansehnlichen Zellkörpern gebildet werden, in denen 1—2 grössere Kerne sehr schön nachzuweisen sind. Das Protoplasma der terminalen Zelle (Taf. XIX Fig. 1) ist feinkörnig und in Osmiumsäure relativ stark gedunkelt und verlängert sich in zahlreiche feine nicht selten verästelte Ausläufer.

Sind nun die beschriebenen Elemente in der That auch Muskelfasern, wie wir bisher angenommen haben? oder sind es vielleicht Nerven? Ich halte letztere Deutung nicht für wahrscheinlich, möchte sie aber doch nicht ganz von der Hand weisen. Namentlich sind bei jungen Thieren die Fasern sehr nervenähnlich, indem sie als feine, durch Kerne ab und zu spindelig verdickte Fäden erscheinen; auch gleichen die terminalen Zellen dann noch mehr den Ganglienzellen, als es beim erwachsenen Thiere der Fall ist (Fig. 1).

Der Venusgürtel hat endlich noch Muskelfasern im Bereich des schmalen Streifens, welcher am aboralen Pole die beiden von

Muskeln bedeckten Breitseiten verbindet und selbst als die stark verlängerte aborale Seite zu betrachten ist. Diese Muskeln verlaufen in den verschiedensten Richtungen und erzeugen ein sehr lockeres Geflecht.

Bei Beroë ovatus, bei welchem der Magen eine starke ektodermale Muskulatur aufweist, ist die Epidermis vollkommen muskelfrei.

Obwohl die hier gegebene Zusammenstellung sich nur auf wenige Arten bezieht, so lehrt sie doch schon zur Genüge, dass in der Ausbildung von ektodermalen Muskelfasern bei den Ctenophoren jede Regelmässigkeit vermisst wird. Die bei den einzelnen Arten vorhandenen Lagen lassen sich nicht auf eine der ganzen Abtheilung gemeinsame Anordnung der Muskelfasern zurückführen, sondern sie sind in ihrer Verlaufsrichtung und in ihrem Auftreten überall durch die besonderen Existenzbedingungen der Art bestimmt. In dieser Hinsicht ist besonders lehrreich die Anwesenheit der Muskelfasern an den Lateralseiten von Cestus, wo sie zur bandförmigen Verlängerung des Körpers in Beziehung stehen, und bei Eucharis, wo sie vornehmlich Attribute der Fortsatzbildungen des Körpers sind, welche die genannte Ctenophore und die verwandten Arten auszeichnen. Aus allen diesen Verhältnissen ziehe ich den Schluss, dass die ektodermalen Muskelfasern der Ctenophoren in den einzelnen kleineren Abtheilungen selbständig erworben wurden und daher nicht als ein für die Classe typisches Element angesehen werden können.

Bevor ich die Besprechung der Epidermis abschliesse, sei hier noch etwas ausführlicher der Modificationen gedacht, welche die Epidermis am Mundrand der Beroiden und auf den Tastpapillen von Cestus, Eucharis und Deiopea erfährt.

1. Am Mundrand von Beroë ovatus (Taf. XIX Fig. 17) fehlen die gewöhnlichen Deckzellen vollkommen und sind durch Flimmerzellen, Drüsenzellen und Tastzellen ersetzt, welche drei dem Mundrand parallel verlaufende Streifen zusammensetzen. Der erste Streifen, welcher zunächst an den Mundrand und die hier beginnenden Stäbchenzellen des Magens angrenzt, ist schmaler als die übrigen und allein aus Flimmerzellen gebildet, welche eine cylindrische Gestalt besitzen (Fig. 17 α). Der Zellenleib ist stark vacuolisirt und hat nur am peripheren Ende eine solide Protoplasmaschicht, welche den dichten Wald der Flimmerhaare über die ganze Oberfläche der Zelle gleichmässig vertheilt trägt.

Die zweite nur wenig breitere Schicht (Fig. 17 β) ist insofern

besonders bemerkenswerth, als die Epidermis an keiner anderen Stelle — mit Ausnahme der Ruderplättchen — eine gleiche Mächtigkeit aufweist; sie besteht ebenso ausschliesslich aus Drüsenzellen, wie die vorhergehende Schicht aus Flimmerzellen. Auf einem Querschnitt durch den Mundrand, sind die Drüsenzellen in ihrem peripheren Ende von kleinen rundlichen Körperchen dicht erfüllt, in ihrem basalen Ende dagegen gleichfalls von Vacuolen gebläht; bei Isolationen erhält man daher gewöhnlich nur den peripheren flaschenförmigen Theil des Zellkörpers und nur selten verlängert sich derselbe noch in einen centralen feineren Fortsatz (Fig. 14). Jener enthält die Körnchen und nur selten den Kern, welcher zumeist in dem centralen Fortsatz seinen Platz findet. Die Drüsenzellen des Mundrands unterscheiden sich von den sonst aus der Epidermis beschriebenen gleichnamigen Gebilden vornehmlich dadurch, dass die Körnchen in Carmin vollkommen farblos bleiben, wodurch ich an den Streifen Concrementzellen erinnert werde, welcher bei Geryonia durch das blattförmige Geschlechtsorgan wie eine Rippe verläuft.

Der nun folgende dritte und breiteste Streifen (Fig. 17 γ nur zum kleinsten Theil dargestellt) ist ein Gemisch von Drüsenzellen und Tastzellen; erstere überwiegen an Zahl und stimmen mit den Drüsenzellen, welche wir soeben kennen gelernt haben, in der Indifferenz der Körnchen gegenüber der Carminfärbung überein; sie unterscheiden sich von ihnen durch geringere Grösse. Die Tastzellen sind am häufigsten in der Nachbarschaft des rein drüsigen Streifens, wo sie sogar eine sehr schmale Stelle allein für sich in Anspruch nehmen; sie sind die einzigen Tastzellen, welche ich habe isoliren können, und zum Studium der feineren Structur noch weiter deshalb geeignet, weil sie mit ganz besonders grossen Taststiften versehen sind (Taf. XIX Fig 11).

2. Die Tastpapillen sind Organe, welche nur wenigen Ctenophoren zukommen und nicht überall den gleichen Bau besitzen. Sie sind weniger entwickelt bei den Cestiden, als bei den beiden anderen oben namhaft gemachten Ctenophoren, was auch in der histologischen Differenzirung des Ektoderms sich geltend macht. Ich beginne mit Eucharis und Deiopea, welche im Wesentlichen gleiche Verhältnisse zeigen.

Der Körper von Eucharis multicornis und Deiopea caloktenota ist ganz übersäet von Tastpapillen, welche namentlich den Plättchenreihen parallel in Reihen stehen und 1—5 Mm lang und 0,5—1,0 Mm breit sind (Taf. XXI Fig. 3); sie entspringen mit konisch ver-

breiterter Basis auf der Körperoberfläche, nehmen aber bald eine cylindrische Gestalt an, bis sie sich am Ende wieder etwas scheibenförmig verbreitern; sie sind ausserordentlich reizbar und beweglich; nähert man sich einer Papille mit einer Nadel oder einem anderen Gegenstand, so verlängert sich nicht allein die berührte, sondern auch die übrigen benachbarten Papillen dehnen sich aus, rekken sich und suchen mit ihren scheibenförmigen Enden sich an dem Gegenstand zu befestigen und anzukleben, was durch die besondere Structur des Endes ermöglicht wird.

Das Ende einer jeden Papille ist von drüsigen Zellen bedeckt (Taf. XV Fig. 1 u. 4), grossen Körpern, welche halbkugelig über die Oberfläche hervorragen und im frischen Zustand nahezu homogen aussehen; bei Reagentienbehandlung gerinnen sie entweder trübkörnig oder sie quellen zu Blasen auf, die dann nur von einer dünnen membranartigen Schicht umhüllt werden. Die Kerne liegen an der Basis der Zellen, der Gallerte benachbart. In den Furchen zwischen den Drüsenzellen sitzen zahlreiche Taststifte, wie ich sie oben schon genauer geschildert habe, in grösseren oder kleineren Gruppen; sie gehören zu besonderen Tastzellen und bedingen die grosse Erregbarkeit der Tastpapillen, während die drüsigen Zellen das zum Ankleben dienende Secret liefern.

Die Seitenwandungen der Papillen sind von einer Schicht longitudinaler Muskelfasern überzogen, welche die Papille verkürzen, während die Verlängerung durch zahlreiche, dem Mesoderm angehörige Elemente, welche später noch besprochen werden sollen, herbeigeführt wird. Die ektodermalen Mnskelfasern sind dicht aneinander gefügt, enden beiderseits zugespitzt und sind mit Kernen versehen, welche den Muskelfasern gleichsam äusserlich angeklebt sind. Auch ein Nervenplexus lässt sich im frischen Zustand oberhalb der Muskelfasern im Epithel mit Deutlichkeit erkennen. Ferner kommen noch Tastzellen vor, bald solche mit Borsten, bald solche mit Stäbchen, doch sind sie viel spärlicher als im Bereich der drüsigen Endscheibe.

Von viel einfacherer Beschaffenheit und viel spärlicher an Zahl sind die Tastpapillen der Cestiden (Taf. XXI Fig. 11), sie sind in ihrer Verbreitung auf die aborale Fläche des Körpers beschränkt, welche bekanntlich hier zu einem langen schmalen, zwischen den 4 Reihen der Wimperplättchen verlaufenden Streifen ausgezogen ist, und sind am häufigsten in der Nachbarschaft der Plättchenreihen. Im Ruhezustand bilden sie nur schwache Hervorwölbungen der Körperoberfläche, welche aber stärker her-

vortreten, wenn sich die zu ihnen gehörige mesodermale Muskulatur zusammen zieht. Während die ektodermalen Längsmuskeln fehlen, ist die Spitze der kleinen Hervorwölbung mit Drüsenzellen und Sinneszellen bedeckt (Taf. XV Fig. 5), wie bei Eucharis. Im Innern der Drüsenzellen beobachtete ich häufig eine sternförmige Figur, zusammengesetzt aus feinen Nadeln, welche bald von einem gemeinsamen Punkt ausstrahlen, bald unregelmässig nach allen Richtungen hin gekreuzt sind; die Figur blieb auch bei Behandlung mit Osmiumsäure sichtbar, obschon der Inhalt der Zellen feinkörnig gerann und sich bräunte.

Wenn man die Tastpapillen der beiden Ctenophorenarten mit einander vergleicht, so ergiebt sich, dass sie beim Cestus Veneris auf einer niedrigeren Stufe der Ausbildung verharren als bei der Eucharis multicornis. Während sie bei letzterer nach allen Richtungen hin frei beweglich sind und ganz wie Tentakeln zum Tasten und Einfangen von Beute gebraucht werden können, sind sie beim Cestus Klebapparate, die nur dadurch wirksamer gemacht werden, dass sie die Fähigkeit haben, über die Körperoberfläche sich empor zu wölben. Wenn wir hier zunächst noch von der verschiedenen Beschaffenheit des Mesoderms absehen, so ist der Unterschied vornehmlich dadurch bedingt, dass die Tastapparate von Deiopea und Eucharis longitudinale Muskeln im Ektoderm besitzen, welche bei Cestus Veneris noch fehlen. Es bestätigt sich auch hier wieder der schon oben hervorgehobene Satz, dass das Vorkommen ektodermaler Muskelfasern bei den Ctenophoren sehr inconstant ist, dass dieselben überall da, wo sie angetroffen werden, sich im Anschluss an besondere locale Verhältnisse entwickelt haben.

Literatur. Die Angaben über das so mannigfach gestaltete Epithel der Körperoberfläche lauten bei den meisten Forschern recht laconisch. Will (35 p. 54) ist überhaupt wohl der erste, welcher es als einen besonderen Gewebsbestandtheil im Körper der Ctenophoren beschreibt; er schildert es als eine einschichtige Epidermis von gleichförmigem Bau; als besonders modificirte Stellen führt er nur die Enden der Tastpapillen von Eucharis an, welche stark anhaften und eine dicke Schicht runder körniger Körperchen tragen. Auch das Vorkommen von contractilen Fasern bei Eucharis und von sternförmigen Pigmentzellen bei Beroë wird erwähnt. Gegenbaur (21. p. 195) geht über die Schilderung des Integuments mit den wenigen Worten hinweg, dass ein Epithel von plattenförmigen Zellen vorliege. Auch Fol (18. p. 10)

spricht bei Cestus von plattenförmigen polygonalen Epithelzellen als den einzigen Elementen der Epidermis; dicht unter ihnen sollen auf den beiden Längsseiten des Körpers Muskelfasern verlaufen, welche die schlängelnden Bewegungen des Venusgürtels vermitteln; auf die Muskelfasern soll dann weiter eine Lage dünner Zellen folgen, deren Längsdurchmesser zur Richtung der Muskelfasern senkrecht stehe. Diese Zellenlage, welche Fol ganz wie eine Epithelschicht abbildet, existirt nicht; zu ihrer Annahme ist der Verfasser offenbar verleitet worden durch die Lage sich kreuzender Muskelfasern, die eine netzförmige Zeichnung hervorrufen, welche bei ungenügender Conservirung allenfalls als ein Plattenepithel gedeutet werden kann.

Auch mit der Schilderung, welche Eimer (14. p. 24) vom Epithel der Beroiden entwirft, kann ich mich nicht einverstanden erklären. „Die Elemente desselben", heisst es, „sind so ungemein dünn und zart und so durchsichtig, dass sie nur schwer am frischen Thiere studirt werden können. Nach Anwendung aber auch der besten Conservirungsflüssigkeiten findet man sehr häufig nur die Kerne derselben erhalten. Sind dagegen die Zellen conservirt geblieben, so erkennt man sie als äusserst dünne Plättchen." „Jede Epithelzelle soll von einer Nervenfibrille versorgt werden, welche nach dem Centrum des Kerns zu gerichtet ist", so dass dem Verfasser eine Endigung im Kernkörperchen wahrscheinlich wird (p. 65). Ausser diesen Plattenepithelzellen werden als Elemente, die weiter verbreitet, wenn auch besonders häufig im Umkreis des Afterpoles und des Mundrandes entwickelt sind, nur noch Nesselzellen beschrieben, „welche entweder frei oder in eigenthümlichen birnförmigen Zellen oder aber in besonderen — mit kurzen Borsten besetzten (p. 26) — Kapseln eingeschlossen sind" (p. 25). Die birnförmigen, Nesselzellen führenden Gebilde wurden ausserdem auch unter dem Epithel in die Gallerte eingebettet vorgefunden.

Was das Verhältniss zu den Nerven anlangt, so werde ich später noch einmal auf diesen Punkt zurückkommen. Im Uebrigen ist in der ganzen Darstellung auffallend, dass Eimer so mancherlei von mir beobachtete Verhältnisse (Anwesenheit eines Plexus, von Taststiften, von Drüsenzellen), die zum Theil auch von Chun in gleicher Weise beschrieben worden sind, nicht erwähnt, dass er dagegen Nesselzellen — er fügt sogar noch erläuternd hinzu: „der Nesselfaden in der gewöhnlichen doppeltbegrenzten Hülle eingerollt" — gesehen haben will, welche bisher von Niemand, auch von Chun und mir nicht bei den Ctenophoren aufge-

funden worden sind. Wenn ich nun die Abbildungen Eimer's zu Rathe ziehe, so gelange ich zur Ansicht, dass ungenügende Beobachtung im frischen Zustand und Untersuchung an einem ungünstig conservirten Material Veranlassung gewesen sind, dass Eimer zu so ganz anderen Resultaten hat gelangen können.

Derselbe Verfasser kommt auch auf das Epithel des Mundrandes an einer besonderen Stelle (14. p. 68) seines Werkes ausführlicher zu sprechen und unterscheidet in ihm zweierlei Zellen 1) „tannenzapfenähnliche ellipsoidische Körper, welche aus lauter kleinen glänzenden kugeligen Körperchen bestehen, die durch eine zarte Hülle zusammengehalten werden“, 2) „cylindrische Zellen, welche zuweilen wie Sinnesepithelien in ein spitzes Stäbchen auslaufen.“ Erstere sind die Concrement- oder Drüsenzellen, letztere die Tastzellen. Dagegen lässt Eimer die Streifen von Flimmerzellen unerwähnt, welche übrigens, wie ich hier noch hervorhebe, schon von R. Wagner (34.) entdeckt worden sind.

Chun (6.) hat in seiner ersten Arbeit vorläufig eine Abbildung vom Ektoderm des Cestus geliefert, ohne eine genauere Erklärung hinzuzufügen; die Abbildung giebt den Eindruck des Epithels vortrefflich wieder und habe ich zu ihr nur zu bemerken, dass die als verästelte Kerne gedeuteten Netze mancher Zellen Protoplasmagerüste vorstellen, in welchen erst die Kerne enthalten sind.

Nur zwei Zellenformen des Epithels hat der Verfasser gleich genauer berücksichtigt, die irisirenden Zellen, welche er überhaupt zuerst aufgefunden und richtig beschrieben hat, und die kleinen rundlichen Zellen, deren ich bei der Beschreibung der ektodermalen Muskeln von Cestus Veneris gedacht habe, ohne über ihre Bedeutung ein bestimmtes Urtheil abzugeben. Chun hält sie für die Anlagen der mesodermalen Muskelfasern, zu welchen sie sich umbilden sollen, indem sie in die Gallerte einwandern und zu Fäden sich strecken. Ob er hiermit Recht hat, lasse ich unentschieden, da ich weder Beobachtungen für noch gegen die Ansicht anführen kann. Nesselzellen dagegen hat er ebensowenig wie ich entdecken können.

In einer späteren Arbeit berichtigt Chun (9. p. 334) die Angaben Fol's über die Anwesenheit einer besonderen Zellenschicht unter den ektodermalen Muskeln der Cestiden, macht dagegen auf das hier vorhandene Netz von Muskelfasern aufmerksam; zugleich beschreibt er die etwa um dieselbe Zeit auch von Bucker's (5a) aufgefundenen Tasthaare und ihre Anhäufung zwischen den drü-

sigen halbkugeligen Zellkörpern, welche die Tastpapillen von Cestus und Eucharis bedecken, ohne jedoch auf die feinere Structur der Tastzellen einzugehen.

Ganz neuerdings hat endlich auch Eimer (16.) gestützt auf Untersuchungen, welche er schon vor längerer Zeit in Neapel anzustellen Gelegenheit hatte, über die Tastborsten auf den Tastpapillen von Eucharis Mittheilungen gemacht; er hält die Tastborsten für Theile, welche den drüsigen Zellen und keinen besonderen Sinneszellen angehören.

2. Ueber den Bau des Sinneskörpers, der Polfelder und der Meridianstreifen.

Unter allen Organen, welche sich uns als ausschliessliche Differenzirungen des Ektoderms darstellen, ist keines für die Charakteristik der Ctenophoren von so grosser Bedeutung als der Sinneskörper mit den an ihn sich anschliessenden Polfeldern und den von ihm ausgehenden Meridianstreifen, unter welchem Namen wir oben schon die Wimperrinnen und Plättchenreihen zusammengefasst haben. Sinneskörper, Polfelder und Meridianstreifen fehlen keiner Ctenophore und kommen andererseits bei keinem anderen Thiere zur Beobachtung; zugleich bilden sie ein zusammengehöriges Ganze, so dass es sich aus diesem Grunde empfiehlt sie in einem gemeinsamen Capitel zu besprechen.

1. Der Sinneskörper liegt am aboralen Pole, zwischen den 2, beziehungsweise 4 (Callianira bialata Taf. XIX Fig. 4) hier ausmündendén Trichtergefässen genau in der Mitte; er ist ein dickes Zellenpolster, von dessen Rand 4 faserige Platten entspringen, welche zusammenneigen und gemeinschaftlich eine Art Glocke bilden. Diese umgiebt mit dem Zellenpolster, auf welches sie gleichsam aufgesetzt ist, einen mit Flüssigkeit erfüllten, bläschenartigen, aber unvollkommen abgeschlossenen Raum, in welchem ein rundlicher Haufen von Hörsteinchen schwebt, getragen von Haaren, welche von dem Grund des Bläschens an ihn herantreten. Das Zellenpolster oder, wie man es namentlich früher nannte, das Ganglion hat eine im Grossen und Ganzen ovale Gestalt und dehnt sich am meisten in der Richtung des Sagittaldurchmessers des Gesammtkörpers aus. Von oben gesehen erscheint es durch 4 vollkommen symmetrisch angeordnete Einschnürungen in vier Lappen abgetheilt, von welchen zwei grösser und sagittal, zwei andere kleiner und transversal gestellt sind; erstere grenzen zugleich an die beiden ebenfalls sagittalen Polplatten (Fig. 4 x) an. An den

eingeschnürten Stellen, wo die grösseren und kleineren Lappen aneinander stossen, verbinden sich mit dem Sinneskörper die 8 paarweis vereinten Wimperrinnen (Fig. 4 w), welche offenbar die Einschnürungen und die vierlappige Gestalt des Ganglion veranlasst haben. Bei Callianira bialata, welche ich bei der vorstehenden Schilderung vornehmlich im Auge habe, sind die eingeschnürten Stellen ferner noch durch eine starke rostbraune Pigmentirung ausgezeichnet, welche in den Zellen des Sinneskörpers ihren Sitz hat.

Wie sehr auch der Sinneskörper scharf umschrieben ist, so ist er doch nur eine modificirte Partie des den ganzen Körper überziehenden Epithels. Sein gangliöses Aussehen rührt daher, dass das Epithel sich plötzlich ansehnlich verdickt und eine knötchenartige Anschwellung erzeugt. Da das Epithel dabei einschichtig bleibt, so ist die Verdickung allein auf Rechnung der ausserordentlichen Längenzunahme der einzelnen Epithelzellen zu setzen, welche zugleich von einer Feinheit sind, wie sie sonst im Epithel der Ctenophoren nirgends beobachtet wird. Isolirt sind die Zellen dünne Fäden, deren ovale Kerne, trotzdem dieselben ebenfalls sehr klein sind, den Zellkörper spindelförmig auftreiben (Taf. XIX Fig. 13). Die Enden des Zellenfadens hören beide in gleicher Weise scharf abgesetzt wie abgeschnitten auf; das periphere Ende ist dabei stets an zwei Merkmalen kenntlich, 1) dass es einen Schopf von feinen Flimmern trägt, 2) dass das letzte Stück des Zellenkörpers durch einen kleinen Strich abgesetzt ist, als ob der Zellenkörper hier mit einer ansehnlichen Cuticula bedeckt wäre. Da die Gestalt und das Vorkommen der Flimmerzellen ihre Deutung als Sinneszellen in hohem Grade wahrscheinlich machen, habe ich mich bemüht, an ihnen fadenförmige Ausläufer nachzuweisen, ohne jedoch Erfolg zu haben. Ebenso vergeblich habe ich nach Nervenfäserchen gesucht, welche bei den Actinien und Medusen in grosser Menge unter dem Epithel der Mundscheibe und des Schirmrands verlaufen. Freilich ist mir eine Isolation der Elemente nur einige wenige Male geglückt; denn wie alle Elemente des Ektoderms, so haften auch die Zellen des Sinneskörpers fest aneinander. Dazu kömmt, dass der Abschnitt der Körperoberfläche, welcher die Sinnesorgane trägt, bei jeder Reizung der Ctenophore zurückgezogen wird und dabei in den Grund einer Furche zu liegen kommt, deren Ränder sich aneinander legen und das Hinzutreten der Reagentien behindern. In solchen Fällen ist es immer

sehr erschwert, bei macerirenden Reagentien den richtigen Concentrationsgrad und die richtige Zeit der Einwirkung zu bemessen.

Die Oberfläche des Epithels ist von einem dichten Ueberzug lebhaft schwingender Wimpern bedeckt, welcher nur an 4 Stellen, etwas nach einwärts von den 4 Einschnürungen, eine Modification erfährt. Hier erheben sich 4 die Otolithen tragende Federn, welche an der Basis breit beginnen, allmählich schmäler werden und mit feiner Endspitze sich in den Otolithenhaufen einsenken (Taf. XIX Fig. 4 u. 8). Sie sind dabei in der Weise Sförmig gekrümmt, dass sie von ihrer unter dem Otolithenhaufen gelegenen Basis aus sich zuerst nach aussen wenden und dann von aussen mit einer zweiten Krümmung an die Hörsteine herantreten. Die Federn sind Büschel von Wimpern, die untereinander vereint sind und dadurch eine grössere Festigkeit erhalten haben, die sich aber durch Reagentienbehandlung zerfasern lassen; sie stehen in Beziehung zu den Flimmern der Wimperrinnen, welche in das Sinnesbläschen eintreten und an den 4 Wimperfedern enden.

Querschnitte durch den Sinneskörper (Taf. XIX Fig. 8 u. 9) ergeben verschiedene Bilder je nach dem Abschnitt, durch den sie gelegt sind, und je nach der Richtung, in welcher sie geführt wurden. Am verständlichsten werden die Bilder bei einer sagittalen Schnittrichtung, mit Hilfe deren die in den Figuren 8 und 9 dargestellten Präparate gewonnen wurden. Beide Präparate sind nur zur Hälfte abgebildet, indem das eine Mal die rechte und das andere Mal die linke Seite weggelassen ist, und sind einer durch den Sinneskörper einer Callianira bialata angefertigten Schnittserie entnommen. Die Richtung des der Figur 8 zu Grunde liegenden Schnittes ist in dem Flächenbild der Figur 4 durch die Linie α bezeichnet, die Richtung des zweiten Schnittes durch die Linie β.

In der Figur 9 ist die eingeschnürte Stelle getroffen, welche auf dem Querschnitt an der Basis der Epithelzellen ebenfalls eine Einkerbung hervorruft, so dass der ganze Durchschnitt dreilappig erscheint. An der eingeschnürten Stelle bemerken wir einige Pigmentzellen, die verhältnissmässig dicke, durch Osmiumsäure geschwärzte flaschenförmige Körper besitzen. In der zweiten Figur 8 dagegen, welche sich auf eine etwas mehr nach dem Mittelpunkt zu gelegene Stelle bezieht, ist das Epithelstratum mehr gleichförmig, dafür trägt es an einer durch eine Verdickung des Epithels ausgezeichneten Stelle die Sförmig gekrümmte Wimperfeder, welche mit dem darüber befindlichen Otolithenhaufen in Verbindung tritt. Im Uebrigen stimmen beide Schnitte im Baue überein. Die Zu-

sammensetzung des Epithels aus zahlreichen Einzelzellen giebt sich wegen der Feinheit der Elemente nur in der grossen Anzahl der Kerne zu erkennen. Diese sind kleine ovale Körper, die mehr oder minder in die Länge gezogen und in 3—5 Lagen übereinander angeordnet sind, so dass man ohne die Controle der Isolationspräparate ein vielschichtiges Epithel vermuthen möchte. Da die Kerne niemals in den peripheren Abschnitten der Zellen liegen, so entsteht auf Querschnitten eine oberflächliche, kernlose Zone, welche in Folge der fadenförmigen Beschaffenheit der Zellen fein längsgestreift ist; durch sie hindurch zieht sich eine körnige Linie hin, welche in einiger Entfernung vom freien Rande und demselben im Allgemeinen parallel verläuft, nach dem Rand des Sinneskörpers aber mit ihm convergirt. Durch die Linie wird ein nicht unansehnlicher cuticulaartiger peripherer Saum in der Epithelschicht abgegliedert, was mit den bei Isolation der einzelnen Zellen gewonnenen Erfahrungen übereinstimmt. Auch die basale an die Gallerte angrenzende Partie des Epithels lässt die Kerne vermissen und gewinnt dafür ein fein granulirtes Aussehen, wegen dessen man an eine Zusammensetzung aus Nervenfasern denken könnte, wenn dem nicht die Resultate der Isolation entgegenständen. Unter allen Umständen würde die etwa vorhandene Nervenschicht sehr unansehnlich sein.

Nach dem Rande zu nimmt die Höhe des Epithels rasch ab, es geht dabei nicht sofort in das gewöhnliche Deckepithel über, sondern wird von demselben noch durch einen die Glocke des Sinneskörpers tragenden Zellenwulst getrennt, welcher auf Querschnitten vom Sinnesepithel deutlich gesondert ist, bei der Flächenansicht aber von ihm nicht unterschieden werden kann. Die Zellen des Epithelwulstes sind fadenförmig, wenn auch nicht so lang als die des Sinneskörpers; sie wandeln sich ziemlich rasch durch Verkürzung und entsprechende Verbreiterung des Körpers in das angrenzende Plattenepithel um.

Die Glocke besteht aus feinen aber starren Fasern, welche dem peripheren Ende der Epithelzellen nach Art von Wimpern aufsitzen und wie die Fasern der Ruderplättchen auch als modificirte Wimpern zu betrachten sind. Im frischen Zustand sind die einzelnen Fasern unter einander zu Platten fest verklebt, welche nur am freien Rande etwas ausgefasert sind, sonst aber durchaus homogen oder nur schwach und undeutlich streifig erscheinen. Unter der Einwirkung macerirender Reagentien verliert sich der Zusammenhalt und die Festigkeit der Platten, so dass nun Büschel

von feinen Fasern sich allseitig über den Sinneskörper herüberlegen. Entsprechend der Anzahl der Lappen, welche den Sinneskörper zusammensetzen, sind auch vier Platten vorhanden, zwei sagittale und zwei transversale; jede sagittale Platte zerfällt weiter durch einen breiten Spalt in zwei Hälften. In Folge dieser Anordnung führen in den Binnenraum der Glocke sechs Oeffnungen, zwei derselben, zugleich die grössten, liegen da wo die Polplatten an den Sinneskörper grenzen, die vier anderen finden sich an den eingeschnürten Stellen als Durchlässe für die Wimperrinnen.

Der Otolithenhaufen (Taf. XIX, Fig. 4), welcher von den vier oben beschriebenen Wimperfedern getragen wird, ist ein kugeliges Conglomerat von zahlreichen unter einander verklebten kleinen Concretionen, die sich in Säuren, selbst in Osmiumsäure leicht lösen; hierbei hinterlassen sie ein organisches Stroma, ein Netz von gleichmässig grossen Maschen, in denen ursprünglich die Otolithen enthalten waren, in welchen aber keine Kerne nachgewiesen werden konnten (Taf. XIX, Fig. 8). Beim erwachsenen Thier ist der Otolithenhaufen vom unterliegenden Gewebe vollkommen abgelöst, doch entstehen, wie namentlich die Beobachtung junger Thiere lehrt, die einzelnen Concremente im Epithel des Sinneskörpers und gerathen erst später in den Hohlraum der Glocke, um hier unter einander zu verkleben.

2. Das zweite Sinnesorgan, welches sich am aboralen Pole des Körpers vorfindet und keiner Ctenophore fehlt, die Polplatten (Taf. XIX, Fig. 4x) sind zwei flimmernde Epithelstreifen, welche am Sinneskörper beginnen und sich stets in sagittaler Richtung hin erstrecken, unbekümmert darum, ob der Körper der Ctenophore wie bei Cestus in derselben Richtung, oder wie bei Callianira in entgegengesetzter (transversaler) Richtung am meisten verlängert ist. Bei Callianira, Beroë und Cestus, wo sie am kürzesten sind, haben die Streifen eine zungenförmige Gestalt; sehr langgezogen sind sie dagegen bei Cydippe hormiphora, Eucharis multicornis und Verwandten. Da wo sie an den Sinneskörper grenzen, sind sie etwas eingeschnürt, wodurch die ohnedies durch den Ursprung der Glocke bezeichnete Grenze noch mehr markirt wird. Auch die Grenze gegen das umgebende Epithel ist scharf gezogen, obwohl sie nur durch den verschiedenen Charakter der Zellen bedingt ist.

An jeder Polplatte (Taf. XIX, Fig. 4; Taf. XX, Fig. 3) müssen wir zwei Partieen unterscheiden, ein Mittelfeld und einen

Randwulst. Im Bereich des Mittelfeldes (Fig. 3α) sind die Zellen plattenförmig und tragen einige wenige, aber sehr lange Wimpern, welche von einem kleinen Abschnitt der Oberfläche entspringen und mit einander so fest verklebt sind, dass man sie in ihrer Gesammtheit leicht für eine einfache dicke Geissel halten möchte. Die Ursprünge der Wimpern liegen dabei in einer Linie, welche quer zum Längsdurchmesser der Polplatte gestellt ist. Die Zellen des Randwulstes (Fig. 3β) endlich unterscheiden sich von den so eben beschriebenen Elementen durch ihre Gestalt und Bewimperung; sie sind von oben gesehen kleiner, dagegen höher und mehr cylindrisch, was zur Folge hat, dass auf Querschnitten die Randpartieen der Polfelder wesentlich verdickt sind. Die etwas kürzeren, wenn auch immer noch ziemlich langen Flimmern stehen etwa 6—10 auf jeder Zelle in einer Reihe, welche dem Längsdurchmesser der Polplatte parallel verläuft, dabei aber etwas nach aussen gekrümmt ist. Bei den Beroiden gestalten sich die Verhältnisse in so fern anders, als hier der Randwulst sich zu kleinen tentakelartigen Fortsätzen differenzirt hat. Die Fortsätze, deren Inneres solide und von Gallerte erfüllt ist, sind mit ansehnlichen Cylinderzellen bedeckt, die gleichmässig und dicht bewimpert sind und einen Kern im basalen Zellenende tragen.

Auch bei den Polplatten, welche ja ebenfalls in ihrer Beschaffenheit an Sinnesorgane erinnern, tritt uns die schon bei dem Sinneskörper aufgeworfene Frage entgegen: Lassen sich Elemente, die man als Nerven deuten könnte, nachweisen? Isolationspräparate haben mir negative Resultate geliefert, da ich nicht einmal an den cylindrischen Zellen des Randwulstes, die ich mehrfach, wenn auch nur mit grosser Mühe, isolirt habe (Taf. XIX, Fig. 10), fadenförmige Ausläufer auffinden konnte. Dagegen sprechen die mit Osmium-Essigsäure angefertigten Flächenpräparate von Eucharis multicornis für die Annahme von Nerven (Taf. XX, Fig. 3); bei dieser Präparationsweise wird nämlich ein Strang unter dem Epithel sichtbar, welcher ähnlich wenn auch weniger deutlich den Callianiren und Cydippen zukömmt. Der Strang verläuft, da wo Mittelfeld und Randwulst an einander grenzen, dem Rand des ganzen Organs parallel, er sieht bräunlich, feinkörnig faserig aus, ganz wie der in gleicher Weise behandelte und in situ betrachtete Nervenring der Medusen; er enthält sogar die dort ebenfalls vorkommenden Vacuolen. Weiteres konnte ich über den in Rede stehenden Strang nicht ermitteln, da es mir nicht einmal gelang, ihn für sich darzustellen.

3) Die von dem Sinneskörper aus entspringenden Meridianstreifen sind Reihen besonders gearteter Flimmerzellen, die sich stets in Acht-Zahl vorfinden. Sie erstrecken sich nach dem oralen Pole, ohne denselben jedoch zu erreichen, da sie je nach den einzelnen Arten in grösserer oder geringerer Entfernung vom Mundrand aufhören. Wenn sie auch möglichst gleichförmig über die Oberfläche vertheilt sind, so fallen die Intervalle zwischen benachbarten Meridianstreifen doch stets verschieden aus, was damit zusammenhängt, dass der Querschnitt des Ctenophorenkörpers nie kreisförmig, sondern bald mehr in transversaler bald mehr in sagittaler Richtung abgeplattet ist. So sind die Intervalle bei den Cydippen und Callianiren auf den Transversalseiten, bei den Beroiden auf den Lateralseiten am grössten, weil bei jenen die Sagittalaxe, bei diesen die Transversalaxe verkürzt ist. Ganz unabhängig hiervon ist die Art, wie sich die Meridianstreifen in der Nähe des Sinneskörpers unter einander verbinden oder besser an einander legen. Wenn wir die 4 den Enden der Sagittalaxe zunächst verlaufenden Meridianstreifen die sagittalen Meridianstreifen nennen und die 4 anderen in entsprechender Weise die transversalen, so bilden stets ein sagittaler und ein transversaler ein zusammengehöriges Paar; sie sind stets durch einen kleineren Zwischenraum von einander als von den übrigen getrennt; in ihrem oberen Verlauf legen sie sich sogar dicht neben einander, dringen dann gemeinsam in das Bläschen des Sinneskörpers ein, indem sie eine der oben genauer beschriebenen Oeffnungen benutzen, und enden gemeinsam an einer der vier Wimperfedern.

Die durch den Bau ihrer Elemente unterschiedenen beiden Theile der Meridianstreifen, die Wimperrinnen und die Reihen der Ruderplättchen, verhalten sich gewöhnlich in der Art zu einander, dass der an den Sinneskörper grenzende Abschnitt eines Meridianstreifens von der Wimperrinne, der darauf folgende Abschnitt von der Plättchenreihe gebildet wird. Wie jedoch Chun gezeigt hat und sich leicht bestätigen lässt, machen Eucharis multicornis und einige verwandte Arten eine Ausnahme. Hier sind die einzelnen Ruder der Plättchenreihen durch weite Abstände getrennt und durch Wimperrinnen von demselben Bau, wie sie sonst nur zwischen dem Sinneskörper und dem ersten Ruderplättchen vorkommen, unter einander verbunden. Wimperrinnen und Plättchenreihen stellen sich uns somit als besonders modificirte Theile eines einheitlichen Organs, des Meridianstreifens, dar.

Die Wimperrinnen sind Vertiefungen der Körperoberfläche,

die so lange als die Ctenophore frei herumschwimmt, sehr flach sind, bei jeder Beunruhigung des Thieres aber sofort durch mesodermale Muskeln zurückgezogen und zu tiefen Furchen umgewandelt werden. Indem zugleich die Ränder der Furche sich an einander legen, werden die den Grund der Rinne bildenden functionirenden Elemente geschützt. Dieselben sind Flimmerzellen eigener Art, welche bei den kleineren Ctenophoren in wenigen, bei den grösseren in zahlreichen Längsreihen (bei Beroë z. B. in 6—8 Längsreihen) angeordnet sind (Taf. XXI, Fig. 14). Indem die Zahl der Reihen eine erhebliche Vermehrung erfährt, enden die Flimmerrinnen aller Ctenophoren an der Basis der ersten Ruderplättchen mit einer dreieckigen Verbreiterung, deren Ende etwas in die Basis des ersten Ruderplättchens hineinragt.

Die Zellen sind in der ganzen Ausdehnung der Wimperrinnen gleichförmig gebaut und haben einen spindelförmigen Körper, dessen Längsdurchmesser nach der Richtung der Rinne orientirt ist, dessen Höhe die Höhe der benachbarten Deckzellen übertrifft, während seine Breite beträchtlich geringer ausfällt. Der Kern der Zelle ist gross und wird nur von wenig Protoplasma umhüllt. In Folge dieser Beschaffenheit erscheinen die Wimperrinnen als verdickte Streifen im Epithel, welche nach Anwendung von Carminfärbung wegen ihres Kernreichthums noch weiter durch ihre intensivere Färbung hervortreten. Eine scharfe Abgrenzung ist jedoch nicht nachweisbar, da das Epithel der Wimperrinne allmählich in das der übrigen Körperoberfläche übergeht.

Auf den Zellen stehen die Wimpern in einer sehr charakteristischen Weise gruppirt, was am meisten in die Augen fällt, wenn man auf einem Flächenpräparat die Wimperrinnen von oben betrachtet. Jedesmal 6—10 Flimmern ordnen sich, eine genau hinter die andere gestellt, zu kleinen Längsreihen an, von denen etwa zwei bis drei auf eine Zelle kommen. Da nun die Basen der Wimperreihen bei der Betrachtung von oben wie kleine scharf contourirte Linien aussehen, so ist der Rinnengrund von zahllosen kleinen Längsstrichen bedeckt. Die Flimmern sind sehr kräftig, in ihrem Anfangstheil gerade aufgerichtet, in ihrem letzten Dritttheil rechtwinklig umgebogen. Die umgebogenen Enden legen sich auf die umgebogenen Enden der jedesmal nächstfolgenden Wimpern auf, eine Einrichtung, welche an der Wimperfeder beginnt und an dem ersten Ruderplättchen endet.

Die Plättchenreihen, welche den zweiten Abschnitt der Meridianstreifen bilden und durch ihre lebhaften Bewegungen die

Bedeutung wichtiger Locomotionsorgane erlangen, sind nicht so gleichförmig beschaffen wie die Wimperrinnen, sondern setzen sich aus zweierlei Theilen zusammen, den Ruderplättchen und den je zwei auf einander folgende Ruderplättchen verbindenden Epithelstreifen.

Die Ruderplättchen, welche von besonderen Zellenwülsten getragen werden, sind zur Längsaxe des Thieres quer gestellt und bestehen, wie Macerationspräparate lehren, aus zahllosen langen Fäden, welche mit grosser Feinheit einen bedeutenden Grad von Widerstandsfähigkeit verbinden und durch einen homogenen Kitt fest unter einander zusammengehalten werden. Im frischen Zustand macht sich diese Zusammensetzung in einer feinen Streifung bemerkbar, welche von der Anheftungsstelle des Plättchens zum freien Rand verläuft, und ferner darin, dass der gebogene freie Rand in unregelmässiger Weise gezackt und zerfasert erscheint. Die Zellenwülste, welche nicht allein als Träger fungiren, sondern das Ruderplättchen auch ausgeschieden haben, werden von langen Cylinderzellen gebildet, deren Kerne in der Mitte der Zellenkörper liegen (Taf. XIX, Fig. 12 u. 16). Da die Basen der Zellen breiter sind als die peripheren Enden, so verjüngt sich, auf dem Querschnitt gesehen, auch der ganze Wulst nach der Oberfläche zu; er lässt hier eine quere Rinne erkennen, in welche die Basis des Ruders gleichsam eingefalzt ist.

Durch Zerzupfen kann man die einzelnen Cylinderzellen im Zusammenhang mit einem Schopf langer, wimperartiger Fäden isoliren; sie ähneln dann am meisten den Flimmerzellen, wie sie denn auch als Modificationen von solchen, die Ruderplättchen als verklebte modificirte Flimmern angesehen werden müssen. Dagegen habe ich einen Zusammenhang mit feinen etwa als Nerven zu deutenden Fäden nicht nachweisen können.

Das zwischen zwei Ruderplättchen befindliche Epithel ist stark vacuolisirt und schiebt sich mit einer Lage dünner plattenartiger Zellen über den Wulst von Cylinderzellen herüber bis an die Basis der Ruderplättchen, welche selbst keinen Ueberzug erhalten (Taf. XIX, Fig. 16). Dazu kommen noch besondere ektodermale Stützfasern, rundliche etwas faserig aussehende Stränge, welche sich in Osmiumsäure bräunen und bei Carminfärbung sich als kernlos erweisen (Taf. XXI, Fig. 5 u. 6). Sie ziehen in longitudinaler Richtung von einem Ruderplättchen zum nächsten und enden ausgefasert zwischen den cylindrischen Epithelzellen desselben; ab und zu stossen sie in ihrem Verlauf auf einander,

ohne jedoch zu verschmelzen. Bei Cestus Veneris sind sie sehr kräftig und liegen hier auf den Breitseiten des bandförmigen Körpers in dem Zwischenraum zwischen der ektodermalen Muskulatur und der Plättchenreihe.

Literatur. Das Otolithenbläschen am aboralen Pole des Körpers wurde von M. Edwards (12. p. 206) bei Lesueuria vitrea entdeckt und als „point oculiforme" von der epithelialen Verdickung, dem Centralnervensystem, unterschieden; von letzterem sollen vier durch dichotome Theilung sich verdoppelnde Nerven entspringen (es sind dies die Wimperrinnen) und an die Reihen der Ruderplättchen herantreten; ausserdem sollen noch ganglionartige Körper in den Zwischenräumen zwischen zwei Ruderplättchen in regelmässiger Folge wiederkehren. Dieselben Theile, mit Ausnahme der ganglionartigen Körper, wurden auch bei Beroë wiedergefunden und zugleich auch die Existenz der Polplatten mit ihren Randfransen nachgewiesen. Das augenartige Organ von M. Edwards deutete Will (35. p. 46) später als ein Gehörorgan, da es ein von Flüssigkeit erfülltes, einen Haufen von Concretionen enthaltendes Bläschen sei; die epitheliale Verdickung dagegen fasste er gleichfalls als Ganglion auf. Ihm stimmten Frey und Leuckart (20. p. 39) in jeder Beziehung bei, indem sie zugleich auf die flimmernde Bewegung im Hörbläschen aufmerksam machten, während Kölliker (25. p. 316) zwar das Hörbläschen als solches anerkannte, die Anwesenheit eines Centralnervensystems aber bezweifelte, da er von ihm keine Nerven habe ausgehen sehen.

Gegenbaur (21. p. 180) erklärte das Sinnesorgan, obwohl er keine Flimmerung in ihm hatte wahrnehmen können, für ein Hörbläschen, die darunter gelegene Epithelverdickung für ein Centralnervensystem, die Wimperrinnen für Nerven, denen er den Namen Costalnerven gab. Dieser letzteren Ansicht widerspricht Agassiz in seinen Contributions: Es müssten die M. Edwards'schen Nerven, welche der amerikanische Forscher früher für Canäle gehalten hatte (3. p. 343), als Verlängerungen der Plättchenreihen betrachtet werden (4. p. 285), indem sie aus reihenförmig angeordneten Zellen beständen, welche, was bisher noch nicht bekannt war, mit Wimpern bedeckt seien. Merkwürdigerweise beschreibt Agassiz (4. p. 246) an einer andern Stelle die Cilien als bewegungslos, obwohl er die Flimmerung im Sinnesorgan wahrgenommen hatte. Letzteres hatte Agassiz (3. p. 346) irrthümlich in seiner ersten Arbeit als ein embryonales Organ gedeutet, als die Stelle, mit welcher die Ctenophore in analoger

Weise wie die Medusen an einem Mutterpolypen festgesessen habe; jetzt rechnet er es zu den Sinnesorganen und theilt ihm die Function eines Auges zu. Endlich schildert Agassiz die bisher nur von den Beroiden bekannten Polfelder auch von Pleurobrachia und Bolina und berichtigt den früher von ihm begangenen Irrthum, dass es sich um zwei Ausstülpungen der Trichtergefässe handele. Eine ähnliche falsche Auffassung, wie sie hier Agassiz zurücknimmt, hat später Allman (5. p. 286) noch einmal vorgetragen, indem er die Fransen des Polfeldes bei Beroë als hohle Tentakeln bezeichnete. Die Canäle der Tentakeln sollen sich zu einem das Polfeld umkreisenden Ringcanal vereinen, der Ringcanal in die Trichtergefässe münden. Dagegen hatte Allman (p. 287) Recht, wenn er die Wimperrinnen flimmernde, am aboralen Pole sich paarweis vereinende Streifen nannte.

Die Ansicht, dass das Sinnesorgan am aboralen Pole ein Hörbläschen sei, wurde weiter gestützt durch die Beobachtungen von Hensen (24. p. 358) und Claus (10a. p. 442, 10b. p. 386). Beide Forscher bestätigten die Existenz von Wimpern im Säckchen, das nach oben nur durch feine hyaline, zu einer Platte dicht an einander gelagerte Fäserchen unvollkommen geschlossen sein soll, und stimmten auch darin überein, dass das Otolithenhäufchen durch 4 von der Basis des Säckchens ausgehende Fäden (Claus) oder Haare (Hensen) in suspenso gehalten werde. Diesen Trageapparat beschrieb dann Wagener (34. p. 118) als gebildet von vier Sförmig gekrümmten, über das Kreuz gestellten Federn, zugleich gab derselbe eine vortreffliche Schilderung der von Claus und Hensen nicht berücksichtigten Polplatten und Wimperrinnen. Erstere schliessen sich ihm zufolge dicht an das Ganglion an und sind bewimpert, dichter in den Randpartieen, dem Wimperwall, lockerer in der Mitte, dem Wimperfeld (p. 119); bei Beroë ist der Wimperwall in zahlreiche tentakelartige Fortsätze erhoben (p. 127). Die Wimperrinnen endlich sind mit Flimmern bedeckt, sie durchbrechen die Wandung der Hörblase und lagern sich paarweis vereint mit ihren länger gewordenen Wimpern an die 4 Sförmigen Wimperfedern des Otolithen (p. 119), ja verlängern sich noch darüber hinaus fast bis zum Centrum des Hörbläschens, andererseits enden sie dreieckig verbreitert am ersten Ruderplättchen.

Diesen Angaben hat dann Fol (18.) einige histologische Details hinzugefügt: dass die Otolithen, von denen schon Kowalevsky nachgewiesen hatte (28. p. 7), dass sie in Zellen des Sin-

nespolsters sich entwickeln, beim erwachsenen Thiere durch ein organisches Substrat unter einander verbunden werden (p. 11), dass die Sförmig gekrümmten Federn aus verklebten Wimpern bestehen, dass die Ruder auf einem Haufen cylindrischer Zellen aufsitzen, über welche das Plattenepithel der Umgebung sich bis an die Basis des Ruderplättchens hinüberschiebt; auf der anderen Seite hat Fol Unrecht, wenn er auf den vier faserigen Platten des Hörbläschens ein Epithel vorhanden sein lässt.

Die Darstellung, welche Eimer (14.) von Beroë ovatus gegeben hat, enthält nichts Neues von Bedeutung, da seine Beobachtungen über Pigmentflecke am Sinneskörper von Beroë weder von Chun noch von mir bestätigt worden sind; ebenso ist es entschieden unrichtig zu behaupten, dass die Polplatten morphologisch als die Fortsetzungen von je zwei Schwimmplättchenreihen zu betrachten seien. Die Zellen, auf welchen die Schwimmplättchen sitzen, sind nicht fadenförmig, wie sie Eimer abbildet, sondern cylindrisch; sie tragen nicht eine einzige Geissel, sondern ein ganzes Büschel feinster Härchen.

Auf die erst vor kurzer Zeit erschienene Arbeit Chun's (6.) brauche ich nur mit wenigen Worten einzugehen, da der Verfasser in ihr zu Resultaten gekommen ist, die ich der Hauptsache nach habe bestätigen können. Chun gebührt namentlich das Verdienst, die Beschaffenheit der Cilien der Wimperrinnen und ihre Beziehungen zu den Wimperfedern des Sinneskörpers genauer erkannt zu haben. Die Punkte, in denen wir in unseren Beobachtungen von einander abweichen, besitzen nicht die Bedeutung, um einzeln besprochen zu werden. Auf diese wenigen Bemerkungen kann ich mich hier um so eher beschränken, als ich auf die Gesammtauffassung, welche Chun von der morphologischen und physiologischen Bedeutung der besprochenen Apparate entwickelt hat, später noch einmal zurückkommen werde.

3. Ueber den Bau des Magens.

Unter allen Ctenophoren zeichnen sich die Beroiden durch die ausserordentliche Entwicklung ihres Magens aus; derselbe ist ein weiter Sack, der sich bis nahe an das aborale Ende erstreckt und so sehr erweiterungsfähig ist, dass selbst grosse Objecte in ihn aufgenommen werden können; er ist im Wesentlichen von demselben Epithel ausgekleidet, das auch die Körperoberfläche bedeckt und zur Hälfte aus Drüsenzellen, zur Hälfte aus Deckzellen besteht. Nur insofern ist ein Unterschied gegeben, als alle Epithel-

zellen Flimmern tragen, welche, wie dies bei den Ctenophoren meistens der Fall ist, zu einem Büschel vereint in der Mitte der Zellenoberfläche eingepflanzt sind. Diese Schilderung besitzt für einen breiten, ringförmigen Epithelstreifen, welcher unmittelbar an den Mundrand grenzt, keine Geltung, da sich hier nur Zellen von einerlei Art vorfinden. Die Zellen sind cubische Körper ohne körnige Einlagerungen und sind kleiner als in den übrigen Partieen des Magens; sie tragen die von anderen Forschern schon mehrfach beschriebenen „säbelförmigen Cilien", von welchen jedesmal eine auf einer Zelle sitzt (Taf. XIX, Fig. 15). Dieselben sind runde Stäbchen, die bis zu ihrem abgerundeten Ende gleichförmig dick und ausnahmslos in der Weise winkelig geknickt sind, dass der Anfangstheil etwa bis zur Mitte schräg nach vorn auf dem Zellkörper steht, der nun folgende Abschnitt unter stumpfem Winkel nach dem Hintergrund des Magens gebogen ist. Die Cilie ist auf einem horizontalen Plättchen befestigt, welches wie eine Cuticula das freie Ende der Zelle überzieht und am hinteren Rand etwas umgeknickt sich zwischen zwei benachbarte Zellen einschiebt, am vorderen Rande dagegen sich zu einem kleinen die Cilie tragenden Sockel verdickt. Die Grenze von Cilie und Sockel ist durch eine quere Linie deutlich bezeichnet. Obwohl es mir nicht geglückt ist, durch Maceration einen sicheren Beweis zu liefern, so ist es doch wahrscheinlich, dass jede „Cilie" ein Multiplum verklebter und verschmolzener Flimmern ist, wie dies allgemein von den Griffeln und Borsten der hypotrichen Infusorien, mit welchen die Gebilde eine grosse Aehnlichkeit besitzen, angenommen wird. Die Kerne der Zellen liegen stets in dem Winkel, welcher von dem horizontalen und dem umgeknickten Theil der Cuticula erzeugt wird. Wenn die Mundöffnung verengt ist, schlägt das mit den säbelförmigen Cilien bedeckte Epithel Falten, welche, eine genau der anderen parallel, in longitudinaler Richtung verlaufen. Die Falten hören an dem Ring von Flimmer-, Drüsen- und Sinneszellen, den wir schon oben beim Integument besprochen haben, auf.

Unter dem Epithel, aber ausserhalb der Gallerte, mit anderen Worten subepithelial, findet sich eine Schicht longitudinaler Muskelfasern, welche die grosse Beweglichkeit des Magenschlauchs zum Theil bedingen. Sie verkürzen und erweitern das Magenrohr, während ihnen eine Lage circulärer schon der Gallerte angehöriger Muskelfasern entgegen wirkt, welche das Magenrohr verengt und die Mundöffnung verschliesst.

Bei jungen Thieren sind die Muskelfasern cylindrisch und dicht

neben einander gestellt; sie scheinen nach Art der Muskelfasern der Körperoberfläche von Cestus oder Cydippe von einander ganz unabhängig und getrennt zu sein. Zerzupft man jedoch die Muskellamelle, so wird es klar, dass alle benachbarten Fasern mittelst feiner oder derberer Verbindungsstränge unter einander in grösseren Abständen zusammenhängen (Taf. XX, Fig. 2). Häufig spaltet sich eine Faser in zwei Fortsätze, von denen ein jeder mit einer benachbarten Muskelfaser verschmilzt. Die Muskellamelle des Magens ist somit ein ächtes Netz mit sehr langgezogenen und daher nicht auffälligen Maschen, in dem es unmöglich ist, Faserenden nachzuweisen. Bei älteren Thieren wird die netzförmige Structur noch deutlicher. Die Muskelfasern verbreitern sich bandartig, ihre Verbindungen nehmen zu und so bilden sie schliesslich eine continuirliche Lamelle, welche nur von grösseren und kleineren Oeffnungen durchbohrt ist und in ihrem Aeusseren den gefensterten elastischen Membranen, die in den grossen Arterien der Säugethiere vorkommen, ganz auffallend gleicht. Eine ausgesprochen netzförmige Structur besitzt die Muskellamelle stets im blinden Ende des Magens; hier sind die Maschen unregelmässig polygonal und nach allen Richtungen gleich weit, auch wenn man die Lamelle nicht auseinander gezerrt hat.

Um die Muskelfasern gut zu sehen, muss man ein zusammenhängendes Stück der Lamelle von der Gallerte abziehen, ausbreiten und durch Pinseln von dem anhängenden Epithel befreien. Es lässt sich dies bei Thieren, welche 5—10 Minuten in Osmium-Essigsäure und weiter in Essigsäure macerirt waren, bei einiger Uebung ohne Schwierigkeit ausführen; will man sich das Verfahren noch erleichtern, so kann man auch mit einem Flächenschnitt ein möglichst dünnes Stück der Gallerte mit ablösen. An den frei präparirten Muskelfasern haften ab und zu Kerne an, welche durch Carminfärbung sichtbar gemacht werden; da sie in der Richtung der Muskelfasern längsgestreckt sind, so gehören sie offenbar zu denselben und sind nicht etwa abgerissene Theile der Epithelzellen; in Wirklichkeit sind sie wahrscheinlich häufiger als es in Figur 2, Tafel XX dargestellt ist, da ein Theil von ihnen jedenfalls beim Pinseln verloren geht.

Durch das Abpinseln des Epithels wird ausserdem noch ein sehr eleganter Zellenplexus freigelegt. Das Netz desselben zeigt sehr mannigfach geformte drei, vier oder fünfeckige, bald grosse bald kleine, bald lang gestreckte, bald mehr gleichseitige Maschen. Die Zellen sind protoplasmaarme Körper mit grossem Kerne, die

sich am häufigsten in drei oder vier Fasern verlängern. Doch habe ich auch nicht selten Elemente mit nur zwei und andererseits solche mit fünf Fortsätzen gefunden. Obwohl die Ausläufer sehr zart sind, lassen sie sich trotzdem an guten Präparaten weit verfolgen, wobei sie sich mehrfach hinter einander dichotomisch theilen. Da gewöhnlich die Fortsätze von zwei Zellen neben einander verlaufen, so findet auch ihre Verästelung in gleichen Zwischenräumen statt; zugleich kreuzen sie mehrfach gegenseitig ihre Bahnen und können sogar sich um einander schlingen wie zwei verflochtene Fäden. Anastomosen zwischen benachbarten Zellen konnten wohl desshalb nur selten von mir mit Sicherheit nachgewiesen werden, weil die Elemente des Plexus bei ihrer Feinheit durch das Pinseln immer etwas verzerrt werden.

Der Plexus liegt unmittelbar auf der Gallerte und wird vom Epithel durch die Muskelschicht getrennt; bei der Ablösung der letzteren bleibt er an ihr hängen und wird von der Gallerte abgehoben. Diese Verhältnisse erklären es, warum man den Plexus ohne grosse Mühe darstellen kann.

Wer die Figuren 2 Taf. XX und 8 Tafel XV, welche sich beide auf Beroë ovatus beziehen und von denen die eine den Plexus des Magens, die andere den Plexus der Haut zum Gegenstand hat, vergleicht, der wird nicht im Zweifel sein, dass es sich hier um ein und dieselbe Bildung handelt, um ein im Ektoderm gelegenes Zellennetz, welches im Bereich des Magens durch die Entwicklung einer Muskellage vom Epithel abgedrängt worden ist.

Da nun das Zellennetz am Magen nach seiner Beschaffenheit eine sehr grosse Aehnlichkeit mit den gangliösen Plexusbildungen anderer Thiere besitzt, so gewinnt die oben ausgesprochene Ansicht, dass den Ctenophoren ein ektodermales Nervensystem zukömmt, weitere Stützen.

Den Bau des Magens bei den übrigen Ctenophoren habe ich nicht genauer untersucht, nur habe ich zu bemerken, dass bei ihnen keine Muskelschicht vorhanden ist, dass dagegen das Epithel sich zu 2—4 Längsfalten erhebt, welche aus Körnerzellen bestehen und in der Literatur als Leberstreifen aufgeführt werden.

Literatur. Vom Magen der Beroiden hat Will (35. p. 29) die erste ausführlichere Schilderung gegeben; er schrieb ihm — fälschlicherweise überhaupt dem Magen der Ctenophoren — Längs- und Ringmuskeln zu; auch hat er die eigenthümlichen säbelförmigen Cilien des Lippenrandes zuerst gesehen. Später machte

Agassiz (4. p. 281) auf die reihenförmige Anordnung dieser Cilien aufmerksam, deren Gestalt er der Form der Stäbchen der Retina verglich, er nahm aber irriger Weise an, dass sie auf der gesammten Oberfläche des Magens vorhanden seien, ein Irrthum, der von Allman (5. p. 285) berichtigt wurde. Sehr ausführlich hat Wagener (34. p. 130) die Anordnung der säbelförmigen Cilien, welche er als Multipla verklebter Wimpern deutet, geschildert; das breite von ihnen gebildete Band soll durch einen circulären Streifen äusserst feiner Flimmern abgetheilt sein, dieser Streifen soll sich in eine den Leberstreifen der Cydippe entsprechende Flimmerrinne fortsetzen, die vom Lippenrand aufwärts steigt. Wagener's Darstellung ist in so fern nicht ganz richtig, als sie den am Mundrand liegenden, von mir noch zur Epidermis gerechneten Wimperreif im Bereich des Magenepithels verlaufen lässt; ob sich der Reif noch in einen aufsteigenden Streifen verlängert, lasse ich unentschieden.

Schliesslich hat dann Eimer (14. p. 82) das Verhältniss der Cilien zu dem Fussplättchen und den Zellen im Wesentlichen in derselben Weise dargestellt, wie es von mir geschehen ist. Auch hat derselbe die Fasern der Muskelhaut des Magens von den Muskelfasern der Gallerte histologisch unterschieden, „weil sie sich theilen und gegenseitig zu vereinigen vermögen, wodurch eine Muskelhaut gebildet wird, die sich theilweise förmlich zu einer gefensterten Haut gestaltet“ (p. 40); auch sollen Rinden- und Marksubstanz nicht deutlich ausgeprägt sein.

4. Ueber den Bau der Tentakeln.

Unter allen Organen, welche vom Ektoderm der Ctenophoren aus gebildet werden, sind die Tentakeln am complicirtesten gebaut. Die verschiedensten Formen der Epithelzellen, Muskeln und wahrscheinlich auch Nerven betheiligen sich an ihrer Zusammensetzung und nehmen in den einzelnen Theilen des Apparats eine besondere Anordnung und Beschaffenheit an. Auch für die Orientirung im Körper sind, wie wir schon gesehen haben, die Tentakeln von grosser Bedeutung, da durch sie die Lage der transversalen Axe bestimmt wird. Sie fehlen nur bei den Beroiden, was wohl als eine Rückbildung betrachtet werden muss; bei allen übrigen Ctenophoren sind sie in Zweizahl vorhanden und treten hier in zwei Modificationen auf, welche ich getrennt behandeln werde.

a. Die Tentakeln von Callianira bialata und Cydippe hormiphora und Euplocamis Stationis.

Bei der Mehrzahl der Ctenophoren, zu welchen auch die drei in der Ueberschrift genannten Arten gehören, sind die beiden Tentakeln dünne Fäden, welche im ausgestreckten Zustand die Länge des Thieres wohl um das Zehnfache übertreffen und bei den lebhaften Bewegungen wie zwei Federbüsche nachgezogen werden. Schon auf geringfügige Reize hin werden sie eingezogen und in den schirmenden Tentakelhöhlen völlig geborgen. Letztere sind weite Räume, welche in den seitlichen Partieen des Körpers vorzüglich in longitudinaler Richtung entwickelt sind und genau in der Mitte zwischen den beiden transversalen Plättchenreihen einer Seite sich nach aussen öffnen. Bei Callianira, Cydippe und Euplocamis liegt die Mündung etwa an der Grenze des ersten und zweiten Drittels der Körperlänge, dem aboralen Pole somit wesentlich näher als dem oralen; bei anderen Arten ist sie dem Mundrand mehr oder minder genähert; sie ist kreisrund und nicht sehr gross, so dass sich die Tentakelhöhle nach ihr hin trichterförmig verengern muss.

Im Allgemeinen ist die Tentakelhöhle als eine von aussen erfolgte Einstülpung von dem gewöhnlichen Körperepithel ausgekleidet. Die Epithelzellen sind klein und plattenförmig und tragen bei manchen Arten, z. B. bei Callianira, Geisseln, welche vielleicht hier wie auch sonst nichts Anderes sind als verklebte Wimperbüschel. Dazwischen findet sich ab und zu eine durch Carminfärbung deutlich werdende Drüsenzelle. Unter dem Epithel werden bei Cydippe hormiphora und Euplocamis Stationis zahlreiche Muskelfasern angetroffen, welche den Tentakelsack in einer continuirlichen Schicht von der Basis bis zur Mündung umkreisen; sie sind von ansehnlicher Länge, von Strecke zu Strecke mit besonderen äusserlich gleichsam angeklebten Muskelkörperchen versehen und unterscheiden sich von den anderweitigen ektodermalen Muskelfasern der Cydippe dadurch, dass sie sich nicht an den Enden verästeln, sondern einfach beiderseits zugespitzt aufhören. Im Zusammenhang abgezogen hinterlässt die Muskellamelle Abdrücke ihrer Fasern auf dem zurückbleibenden Epithelhäutchen (Taf. XV, Fig. 15). An letzterem haften dann noch kleine schwer nachweisbare Zellen mit verästelten Ausläufern, welche in natürlicher Lage sich zwischen Epithel und Muskelhaut einschieben wür-

den und mit den als Ganglienzellen beschriebenen Elementen des Ektoderms eine grosse Aehnlichkeit haben.

Im Grunde der Tentakelhöhle, welcher der Breitseite des Magens zugewandt ist, nimmt das Epithel eine besondere Beschaffenheit an und verdickt sich zu einer ovalen, schildförmigen Platte, in deren Mitte der Tentakel entspringt längs einer Leiste, welche die verdickte Platte longitudinal durchsetzt und in eine rechte und linke Hälfte zerlegt (Taf. XVI, Fig. 6). Wir wollen im Folgenden den besonders modificirten Abschnitt des Epithels der Tentakelhöhle sammt der medianen Längsleiste Tentakelwurzel nennen.

Um die Aufzählung aller Theile, welche zu dem Tentakelapparat in Beziehung stehen, zu beenden, müssen wir noch kurz die beiden Tentakelgefässe erwähnen, welche unter jeder Tentakelwurzel in longitudinaler Richtung verlaufen und genau so weit wie diese reichen. Sie legen sich der Zellenmasse der Wurzel nur äusserlich an und sind von ihr überall durch eine dünne, aber auf feinen Querschnitten mit Sicherheit nachweisbare Gallertschicht getrennt (Taf. XVI, Fig. 1 und 7—11 vt). Hiermit ist schon gesagt, dass die Gefässe in den Tentakel selbst nicht hineindringen. Das Gefässepithel ist auf der an die Tentakelwurzel angrenzenden Seite sehr verdickt, während es sonst ein dünnes Plattenepithel ist, und zeigt so eine Verschiedenartigkeit, welche auch sonst in dem Gefässapparat der Ctenophoren wiederkehrt und bei dem Entoderm näher erläutert werden soll.

Bei der genaueren Besprechung des Tentakelapparats werde ich die Beobachtungen, welche ich bei Callianira bialata gemacht habe, zu Grunde legen und die beiden anderen Ctenophoren nur anhangsweise berücksichtigen. Ich werde nach einander schildern: 1. den im ausgestreckten Zustand aus der Tentakelhöhle hervortretenden Tentakel und 2. die stets in der Höhle geborgene Tentakelwurzel.

1. Die Grundlage des gesammten Tentakels der Callianira ist ein drehrunder, ziemlich dicker Strang, der Tentakelstamm, an welchem kleine viel dünnere Fortsätze seitlich ansitzen, die Senkfäden oder auch die Seitenfäden. Die Zahl der Senkfäden ist eine sehr bedeutende, da ihre Ursprünge nur durch kleine Abstände von einander getrennt sind; sie befestigen sich am Stamme hinter einander in einer einzigen Reihe und sind von ihm durch eine ringförmige Einschnürung deutlich abgesetzt. Wie der Tentakelstamm, so sind auch die von ihm ausgehenden Seitenfäden sehr contractil.

Der Tentakelstamm ist durchaus solid und unterscheidet sich somit durch den Mangel eines von entodermalem Epithel ausgekleideten Lumen sehr wesentlich von den functionell verwandten Bildungen der Medusen. Wenn wir an ihm eine Axe und einen epithelialen Ueberzug auseinander halten, so müssen wir dabei jetzt schon im Auge behalten, dass beide Theile aus dem Ektoderm stammen, wie dies aus der Untersuchung der Tentakelwurzel mit Sicherheit hervorgeht.

Die Axe (Taf. XVII, Fig. 4 u. 15 tb) ist vornehmlich ein Strang von Muskelfasern, die so sehr auf Schnitten und Zerzupfungspräparaten in den Vordergund treten, dass die übrigen Bestandtheile leicht übersehen werden können. Die einzelnen Fasern lassen sich ohne Schwierigkeit an macerirten Tentakeln auf grosse Strecken isoliren und sind dann dünne kreisrunde Fäden, die sich weder verästeln, noch unter einander anastomosiren; sie bestehen allein aus einer homogenen contractilen Masse, sodass die bei den Ctenophoren häufig vorhandene Differenzirung in eine contractile Rinden- und protoplasmatische Marksubstanz hier vollkommen fehlt. Ob Kerne zeitweilig in den Verlauf der Muskelfasern eingeschaltet sind, habe ich nicht mit Sicherheit feststellen können; doch finden sich solche, wie ich noch später zeigen werde, sehr zahlreich in dem Anfangstheil, welcher der Tentakelwurzel angehört. Auf Querschnitten bilden die Muskelfäden ovale oder kreisförmige Figuren, die dicht neben einander gestellt sind und nur durch geringe Spuren von Kittsubstanz unter einander verbunden werden (Taf. XV, Fig. 15 u. 16).

Ausser Muskelfasern sind auf einem Querschnitt durch die Tentakelaxe noch andere Elemente sichtbar: erstens wird das Mosaik der Muskelfasern durch eine körnige Linie in eine rechte und linke Hälfte zerlegt. Die körnige Linie, an Osmiumpräparaten stets schwärzlich gefärbt, ist auf allen Schnitten vorhanden und ist daher der Ausdruck einer dünnen bandförmigen Schicht (tc), die sich genau durch die Mitte von einer Seite des Tentakels zur andern erstreckt; zweitens liegt in der bandförmigen Schicht, dem einen Rande derselben etwas genähert, ein kleiner, auf dem Querschnitt ovaler oder kreisförmiger Strang, den wir den Axenstrang nennen wollen (ta). Drittens bemerkt man zwischen den Muskelfasern hier und da feinkörnige Stellen, die ebenfalls dunkler gefärbt sind als ihre Umgebung (n).

Die Beschaffenheit der genannten Theile genau festzustellen ist nicht leicht und gelingt noch am ehesten bei dem etwas ex-

centrisch in der Länge des Tentakels aufsteigenden Axenstrang. Beim Zerzupfen (Taf. XVII, Fig. 10) kann man ihn isoliren als ein feinfaseriges Gebilde, in dem sich ab und zu Kerne vorfinden; die Kerne schienen dabei in den Verlauf der feinen Fäserchen des Stranges eingeschaltet zu sein. Die Fäserchen sind, wie Quer- und Längsschnitte (Fig. 4 u. 15 ta) übereinstimmend lehren, in einer homogenen, wahrscheinlich gallertigen Grundlage eingebettet, zum Theil in der Mitte derselben, zum Theil in den peripheren Partieen. Auch auf Schnittpräparaten sind die Kerne in den Fäserchen nachzuweisen.

Ich glaube, dass wir es hier mit feinsten Nervenfäden zu thun haben, welche die Mitte des Tentakels einnehmen und von Gallerte umhüllt sind; in derselben Weise deute ich die oben an erster Stelle erwähnte bandförmige Schicht als eine dünne Lage von Nervenfäserchen. Auch sie enthält häufig Kerne und kann ausser auf Querschnitten noch auf Längsschnitten beobachtet werden. Dagegen ist die Bedeutung der körnigen Stellen zwischen den Muskelfasern mir sehr fraglich, da ich sie auf Längsschnitten nicht habe wiederfinden können. Kerne, die in der Substanz der Tentakelaxe hier und da zerstreut sind, könnten ebenso gut zu den Muskelfasern gehören, als auf etwaige Nervenfädchen bezogen werden.

Endlich habe ich noch faserige Elemente zu nennen, welche auf der Oberfläche der muskulösen Tentakelaxe eine dicht unter dem Epithel gelegene Schicht zusammensetzen; sie sind alle longitudinal gerichtet und zeigen an contrahirten Tentakeln einen welligen Verlauf; beim Zerzupfen (Taf. XV, Fig. 10) schwindet die wellige Beschaffenheit und es werden die Fädchen glatt gezogen; sie spannen sich dabei quer durch die Lücken, welche im zerzupften Tentakel entstanden sind und bilden nicht selten Netze. Ob dies nun darauf zurückzuführen ist, dass die Fäden unter einander zusammenhängen, oder ob sie nur äusserlich verklebt sind, liess sich nicht entscheiden, denn die Fädchen sind so fein, dass sie bei Immersion I von Zeiss eben noch als zarte Linien wahrgenommen werden können. In ihrer natürlichen Lagerung, wo immer mehrere an einander gefügt sind, werden sie leichter bemerkt, indem sie dann faserige Stränge erzeugen. Kerne habe ich in den Fäserchen nicht auffinden können.

Der letzte Bestandtheil des Tentakelstammes, das Epithel, enthält zweierlei Elemente, die Klebzellen und die Tastzellen. Die ersteren (Taf. XVII, Fig. 1. 4. 8. 15 k) sind bei wei-

tem am zahlreichsten und haben einen kleinen Protoplasmakörper, welcher nach aussen eine stark convexe Oberfläche besitzt, etwa wie der Kopf eines Nagels, so dass die Gesammtoberfläche des Tentakels uneben und höckerig erscheint. Im Protoplasma finden sich zahlreiche feine, stark lichtbrechende Körnchen, welche alle von gleicher Grösse sind und vorwiegend die Convexität des Zellenkörpers einnehmen. Die zugehörigen Kerne sind bei Seite gedrängt und liegen an der Basis der halbkugeligen Hervorragungen. Der interessanteste Theil der Zelle ist jedoch ein Faden, welcher in drei oder vier Spiralwindungen gelegt und am Zellenkörper befestigt ist, ähnlich wie der Stielmuskel am Körper einer Vorticelle. Der Faden beschreibt zunächst zwei kleine und eng auf einander schliessende Windungen, die noch im Protoplasma selbst enthalten sind, dann beschreibt er noch zwei grössere und weiter abstehende Windungen ausserhalb, nachdem er die Zelle an ihrem centralen Ende verlassen hat. Er ist scharf und doppelt contourirt, in seinem ganzen Verlauf deutlich vom Protoplasma getrennt und endet beiderseits wie abgeschnitten. Mit seinem Ende ist er auf der Tentakelaxe befestigt, zunächst auf den feinen Fäserchen, welche den centralen Muskelstrang umgeben; er durchsetzt dabei einen schmalen zwischen der Tentakelaxe und den Körpern der Epithelzellen vorhandenen Raum, der entweder von einer dünnen Gallerte oder von Flüssigkeit erfüllt ist.

Wie der Stielmuskel der Vorticellen ist der Spiralfaden der Klebzellen contractil; unter dem Mikroskop kann man an lebenden Objecten verfolgen, wie er sich activ verkürzt und dabei seine Windungen enger auf einander legt. Die Verlängerung und Dehnung des Fadens erfolgt wahrscheinlich passiv durch Einwirkung von aussen, da hierfür in der Zelle selbst keine Einrichtungen gegeben sind. Was hierbei wirksam ist, lässt sich bei der Beobachtung im frischen Zustand leicht ermitteln.

Wenn man den Tentakel einer lebenden Callianira mit der Staarnadel berührt, so bleibt er an derselben haften. Das Thier ist fest verankert und kann sich nur unter Verlust von Theilen des Tentakels los machen. Ebenso fällt es ausserordentlich schwer, die abgerissenen Stücke von der Nadel zu entfernen und auf den Objectträger zu übertragen. Hier sieht man nun, wie fast alle Epithelzellen aus ihrer natürlichen Lagerung gebracht sind; die spiralen Fäden sind stark gedehnt und bemühen sich vergebens durch zuckende Contractionen die normale Stellung zurückzuerobern.

Die grosse Klebrigkeit der Tentakeln kann bei dem Mangel drüsiger Organe nur aus der Beschaffenheit des Epithels erklärt werden; und hier wiederum können nur die Elemente in Frage kommen, die wir oben schon als Klebzellen bezeichnet haben, da die Tastzellen viel zu selten angetroffen werden, um die so intensive Wirkung zu erklären. Wahrscheinlich haften die kleinen Körnchen der convexen Oberfläche fest an Fremdkörpern an, so dass die Muskeln eher gedehnt werden, als dass die Verklebung gelöst würde. Die gedehnten Muskeln ihrerseits sind bemüht den anhaftenden Gegenstand heranzuziehen, indem sie sich contrahiren; es möchte ihnen dies indessen wohl nur bei kleinen Objecten gelingen.

Viel spärlicher als die Klebzellen sind die Tastzellen im Epithel des Tentakelstamms verbreitet; sie lassen den spiral aufgerollten contractilen Faden vermissen und haben vielmehr einen rein protoplasmatischen Körper, dessen peripheres, den Kern umhüllendes Ende am breitesten ist, während das centrale sich allmählich verschmächtigt (man orientire sich über den Bau der Tastzellen nach der Figur 9 auf Tafel XV, welche sich auf Euplocamis Stationis bezieht); letzteres sitzt unmittelbar auf der Tentakelaxe, ersteres liegt in einer Ebene mit den Köpfchen der Klebzellen und trägt eine grössere Anzahl von starren Haaren, die wegen ihrer Unbeweglichkeit wohl nur als Tasthaare gedeutet werden können. Einige der Haare sind kurz, andere dagegen ragen weit über die Oberfläche in das umgebende Wasser hinein.

Tastzellen und Klebzellen bedecken auch die seitlichen Anhänge des Tentakels oder die Seitenfäden und sind hier von derselben Beschaffenheit wie am Tentakelstamm, sodass wir nicht nöthig haben, auf sie näher einzugehen; nur verdient die grössere Häufigkeit der Tastzellen hervorgehoben zu werden. Dagegen besitzt die Axe der Seitenfäden einen völlig anderen Bau, über den wir am besten auf Quer- und Längsschnitten in's Klare kommen.

Der Querschnitt durch die Axe eines Senkfadens (Taf. XVII, Fig. 8) ist kreisförmig und besteht zum grössten Theil aus einer homogenen, offenbar gallertigen Masse, in welcher sofort zweierlei Structurelemente auffallen, von denen das eine paarig, das andere unpaar auftritt. Der unpaare Bestandtheil liegt in der Mitte der Fadenaxe und soll in analoger Weise wie bei dem Tentakelstamm (ta') Axenstrang heissen; er erzeugt auf allen Schnitten eine Figur, etwa wie der Querschnitt einer biconcaven Linse; übertragen wir auch hier wieder das Bild in das Körperliche, so er-

halten wir eine Scheidewand, welche an den Rändern dicker ist als in der Mitte, die daher auf Längsschnitten (Taf. XVII, Fig. 1) bald wie ein breiter, bald wie ein sehr feiner Strang aussieht. Histologisch ist die Scheidewand vornehmlich aus derselben feinkörnigen faserigen Masse gebildet, welche wir an einer ganz entsprechenden Stelle schon bei dem Tentakelstamm kennen gelernt haben; am deutlichsten wird dies an Macerationspräparaten, wenn man das Epithel der Senkfäden abpinselt und die Axe somit für sich darstellt (Taf. XVII, Fig. 3). Ein feinfaseriger Zug, der je nach dem man ihn von der Fläche oder von der Kante betrachtet, sich bald breiter, bald schmäler präsentirt, verläuft in der Axensubstanz. In ihm sind Kerne nachweisbar, sowohl auf Querschnitten als auch auf Längsschnitten.

Bei der geschilderten histologischen Beschaffenheit ist es denn auch nicht zu verwundern, dass der Faserzug an der Basis des Senkfadens sich mit den Fasern verbindet, welche die mediane Lamelle und den etwas excentrisch gelegenen Axenstrang des Tentakelstamms zusammensetzen. Man überzeugt sich hiervon, wenn man einen Querschnitt durch den Tentakel genau an der Basis eines Senkfadens hindurchlegt (Taf. XVII, Fig. 15). Durch dies Verhältniss wird es dann weiter verständlich, wesshalb alle Senkfäden vom Stamm des Tentakels in einer Reihe hintereinander entspringen. Die Lage ihrer Anfangstheile wird durch die bandförmige feinfaserige Schicht bestimmt, welche den Tentakelstamm quer durchsetzt; dabei sind stets nur auf einer Seite der Schicht Senkfäden vorhanden.

Zu beiden Seiten des unpaaren medianen Faserzugs liegen zwei wahrscheinlich muskulöse Stränge, welche die Contractilität der Senkfäden bedingen. Beide sind von gleicher Gestalt, auf dem Querschnitt halbmondförmig und ungefähr halb so breit als der Durchmesser des ganzen Senkfadens. Von der umgebenden Gallerte können sie deutlicher nur durch Imbibition mit Carminlösung abgegrenzt werden. In Folge der Contraction sind sie etwas gefaltet (Taf. XVII, Fig. 3) und ebenso ist auch die Gallertoberfläche von Furchen und Riefen bedeckt. Kerne oder Ueberreste von Zellen sind in der Gallerte und den Muskelfasern nicht erkennbar; auch unterscheiden sich beide Theile von dem medianen Faserzug noch dadurch, dass sie sich nicht in den Tentakelstamm hinein fortsetzen.

Da die Tentakeln wegen ihrer klebrigen Beschaffenheit leicht an Fremdkörpern anhaften, so erleiden sie häufig Verstümmelungen,

indem durch die heftigen Bewegungen des Thieres grössere und kleinere Stücke von ihnen abgerissen werden. Damit diese Verluste wieder ersetzt werden können, ist der Tentakel in einem beständigen Wachsthume begriffen, welches an der Basis des Tentakels Statt findet. Hier existirt am Grund der Tentakelhöhle eine äusserst zellenreiche Zone, die Tentakelwurzel, aus welcher die drei wichtigsten Bestandtheile, die Axe des Tentakelstamms, die Axen der Senkfäden und der gemeinsame epitheliale Ueberzug beider aus getrennten Anlagen hervorgehen.

Die Tentakelwurzel (Taf. XVI, Fig. 6) ist, wie schon oben kurz hervorgehoben wurde, ein modificirter Theil des Epithels, welches die Tentakelhöhle auskleidet, eine scharf umschriebene schildförmige Zellenplatte etwa von der Gestalt eines Rhombus.

Die spitzwinkligen Ecken des Rhombus sind nach dem oralen und aboralen Pole zugewandt und in gleicher Weise wie die stumpfwinkligen abgerundet. Bei der Betrachtung von der Fläche wird das Organ durch eine mediane Längsleiste, den Mittelstreifen (tm), wie ein Blatt durch die Blattrippe in symmetrische Hälften, die beiden Seitenfelder (tn), abgetheilt. Von diesen drei Theilen hört der Mittelstreifen, von welchem der Tentakel vornehmlich zu entspringen scheint, oben und unten früher auf als die Seitenfelder und wird daher von deren Enden eine Strecke weit überragt.

Die hier unterschiedenen Abschnitte der Tentakelwurzel haben für den Aufbau des Tentakels eine ganz verschiedene Bedeutung und sollen daher getrennt beschrieben werden. Der Mittelstreifen liefert ausschliesslich die Axengebilde, die Seitenfelder dagegen, mit denen ich beginnen werde, liefern den gesammten epithelialen Ueberzug.

Im Gegensatz zu dem einschichtigen Epithel an anderen Orten des Ctenophorenkörpers sind die Seitenfelder der Tentakelwurzel aus vielen über einander geschichteten Zellenlagen zusammengesetzt und bilden daher auf Querschnitten (Taf. XVI, Fig. 1. 7—11 tn) ansehnliche Verdickungen, welche an den Rändern ganz plötzlich abfallen, um sich in das dünne Epithelhäutchen der Tentakelhöhle fortzusetzen. Die Abgrenzung wird um so deutlicher als auch das Zellenmaterial einen ganz anderen Charakter annimmt. An den Rändern (Taf. XVI, Fig. 5 k′) begegnen wir zunächst einer schmalen Zone äusserst kleiner Zellen, deren Contouren auf Querschnitten nicht nachweisbar sind; sie scheinen zu einer continuirlichen undifferenzirten Masse zusammengeflossen zu sein, welche bei Anwendung von Carminlösung durch ihre intensiv rothe Färbung hervorleuchtet, weil sie fast nur aus zahllosen,

durch wenig Protoplasma verbundenen, in etwa acht Schichten über einander gelagerten kleinen Kernen besteht. In dieser kernreichen Masse der Randzone erblicke ich ein Keimgewebe für die eigenthümlich modificirten Körnerzellen, welche in dem übrigen Theile des Seitenfeldes vorkommen; denn es lässt sich von dem Keimgewebe aus ein allmählicher Uebergang zu den Körnerzellen nachweisen, ebenso wie diese sich nach und nach zu den Klebzellen des Tentakelepithels umformen.

Die Körnerzellen (Taf. XVI, Fig. 4k′), der Hauptbestandtheil der Seitenfelder, sind rundliche, von einander abgegrenzte Körper, welche sich in Osmiumsäure stark bräunen, in Carmin dagegen sich so wenig färben, dass der kleine Kern in ihnen nur schwierig sichtbar gemacht werden kann; sie besitzen ein trübkörniges Protoplasma und sind zu grösseren und kleineren Haufen zusammengeballt, in welche die Substanz der Seitenfelder beim Zerzupfen sehr leicht zerfällt.

Die zwei Seitenfelder einer Tentakelwurzel sind an ihren oberen und unteren Enden von einander durch das Epithel der Tentakelhöhle getrennt; im Uebrigen schiebt sich zwischen sie das Gewebe des Mittelstreifens ein, welcher jedoch nur im Bereich einer kleinen nahe dem oberen Ende befindlichen Strecke die Seitenfelder vollkommen auseinander hält (Tafel XVI, Fig. 1. 7). Weiter nach abwärts (Fig. 8—11) wucheren die Massen der Körnerzellen über dem Mittelstreifen zusammen, ihn von der Oberfläche ganz ausschliessend; dabei erzeugen sie einen dicken Zellenwulst, in welchem die Anfänge der Axe des Tentakelstamms und die Anlagen zu den Axen der Seitenfäden vollkommen vergraben liegen (vergl. auch den Längsschnitt Fig. 2). Aus dem Zellenwulst erhebt sich der Tentakelstamm mit seinen Seitenfäden, überzogen von einer einfachen Lage Klebzellen, welche zunächst noch nicht mit den erst später auftretenden contractilen Spiralfäden versehen sind.

Von den übrigen aus dem Mittelstreifen entspringenden Theilen des Tentakels entwickelt sich die Axe des Stammes nach einem anderen Princip als die Axen der Senkfäden. Die Genese der ersteren ist am leichtesten zu verfolgen; man orientirt sich darüber in zweckmässiger Weise, indem man einen macerirten und gefärbten Tentakel mit seiner Wurzel isolirt und von dem anhaftenden Epithel, den Körner- und Klebzellen, sowie von den Senkfäden und ihren Anlagen durch Abpinseln befreit. Dann sieht man wie die zu einem cylindrischen Strang ursprünglich zusammengedrängten Muskelfasern sich plötzlich fächerartig ausbreiten

und in die kleinzellige Masse des Mittelstreifens nahezu in dessen ganzer Ausdehnung übergehen. Die Art wie sich dieser Uebergang vollzieht, lässt sich controliren, wenn einzelne Muskelfasern mit den zugehörigen Zellen von dem Reste völlig losgelöst werden.

Die Zellen des Mittelstreifens sind da, wo sie an die Gallerte angrenzen, kleine, undeutlich von einander abgesetzte Körper mit stark gefärbten Kernen, welche von einer dünnen, aber deutlich erkennbaren Protoplasmaschicht umgeben werden. Je mehr man sich den Basen der Muskelfasern nähert, um so kleiner werden die Zellen und um so mehr tritt ihr Protoplasma zurück, so dass man ein Bild vor sich hat, als ob zahlreiche kleine Kerne zu einem Mosaik dicht zusammengedrängt wären. Die Anordnung der Kerne ist zunächst noch eine regellose, später bilden sich regelmässige, parallel gestellte Reihen aus, die sich continuirlich in die Muskelfasern fortsetzen.

Schon an den Orten, wo die Kerne sich in Reihen gruppiren, sind die ersten Spuren von Muskelsubstanz in der Form von Scheiden vorhanden, welche die Reihen umhüllen. Für sich dargestellt erscheinen die Scheiden als dünne membranöse Gebilde, die allmählich undeutlicher werden und sich dem Auge entziehen. In ihnen sind die Kerne eingeschlossen wie die Münzen in einer Geldrolle; der Vergleich passt in doppelter Hinsicht, einmal insofern in einer Scheide jedesmal nur eine Reihe eingeschlossen ist, und zweitens weil die einzelnen Kerne gewöhnlich abgeplattet und mit ihren Breitseiten gegeneinander gepresst sind; seltener sind sie keilförmig in einander geschoben. Mit der Zunahme der Muskelsubstanz werden die Kerne eingeengt und aus einander gedrängt und so entstehen dann Fasern von einer homogenen oder schwach körnigen Masse mit hier und da zerstreuten Kernen, die ein durch Imbibition in Carmin besonders hervorleuchtendes Kernkörperchen enthalten. Entfernt man sich noch weiter vom Mutterboden, so werden die Kerne mehr und mehr undeutlich, bis schliesslich auch die letzten Reste von ihnen geschwunden und die Muskelfasern zu völlig homogenen Fäden geworden sind.

Ich habe hier immer nur von Kernen gesprochen, weil diese an gefärbten Präparaten allein hervortreten; ich halte es aber für selbstverständlich, dass jeder Kern von einer Spur Protoplasma umgeben und dadurch zu einer Zelle ergänzt wird.

In dem Bereiche, wo sich die allmähliche Umwandlung der Zellenreihen in Muskelfasern vollzieht, sind letztere verhältnissmässig dick und wachsartig, als wären sie gequollen, auch färben

sie sich auffallend lebhaft in Carmin. Später ändert sich das; die Fasern werden dünner und lichter und dunklen stark in Osmiumsäure, während sie von der Carminlösung nicht mehr gefärbt werden.

Isolationspräparate von einzelnen Fasern, wie ich sie hier geschildert habe, sind mir trotz vieler Bemühungen nur selten geglückt, weil die Muskelfasern gewöhnlich an der Stelle, wo die Kernreihen beginnen, abreissen; dagegen gelingt es leichter, den Zusammenhang der Bestandtheile der Tentakelwurzel auf Schnitten nachzuweisen, die in der Richtung des Faserverlaufs und longitudinal durch den Mittelstreifen geführt sind. Auf diese Weise erhält man Präparate, wie das in Figur 2 Tafel XVI dargestellte, von welchem ein kleiner Theil noch einmal bei stärkerer Vergrösserung in der Figur 3 abgebildet worden ist. Die zuletzt genannte Zeichnung lässt in vortrefflicher Weise erkennen, wie die schon von Anfang an unscheinbaren Zellen des Mittelstreifens allmählich von rechts nach links kleiner werden, sich in Reihen anordnen und so zu Muskelfasern umbilden. Auf der grösseren Uebersichtsfigur sieht man, wie die Muskelfasern weiter nach der Basis des Tentakelstamms convergiren und in ihrem Verlauf von dichten aus den Seitenfeldern stammenden Zellenmassen (k') umhüllt werden. Ausserdem sind noch die Anlagen der Senkfäden (r) sichtbar, auf welche ich später zurückkommen werde.

Die mit Hilfe von Längsschnitten und durch Zerzupfen gewonnenen Resultate, erfahren wichtige Ergänzungen durch die Anfertigung von Querschnitten, welche in continuirlicher Reihenfolge durch die Tentakelwurzel gelegt worden sind. Auf allen Schnitten (Taf. XVI Fig. 1. 7—11 tm) ist das Gewebe des Mittelstreifens von den Körnerzellen der Seitenfelder scharf abgegrenzt, indem es an Carminosmiumpräparaten intensiv gefärbt ist und auch sonst aus vollkommen anderen Zellen besteht. Ferner ragt der Mittelstreifen stets in die unter ihm befindliche Gallerte mit einem kielförmigen Vorsprung hinein und schiebt sich trennend zwischen die beiden Tentakelgefässe (vt), welche rechts und links von ihm unter den Seitenfeldern liegen und nur an der Stelle, wo sie mit dem queren früher beschriebenen Hauptstamm (vh) zusammenhängen, unter einander communiciren (Taf. XVI Fig. 1). Im Uebrigen fallen die Präparate je nach dem vom Schnitt getroffenen Abschnitt der Tentakelwurzel sehr verschiedenartig aus.

In seinem oberen Theil (Taf. XVI Fig. 7) wird der Mittelstreifen ausschliesslich von kleinen cylindrischen Zellen gebildet, welche langgestreckte der Zellenform angepasste Kerne besitzen und in

einer einzigen Lage angeordnet sind; man kann daher von einem einschichtigen Cylinderepithel sprechen. Da der in die Gallerte vorspringende Kiel durch eine Einfaltung der Oberfläche hervorgerufen ist, sind in ihm zwei Zellenlagen vorhanden, deren Elemente mit ihren peripheren Enden sich berühren.

Auf den nach abwärts folgenden Schnitten (Taf. XVI Fig. 11 Taf. XVII Fig. 17) bleibt die Epithelschicht (tm‴) im Bereich des kielförmigen Vorsprungs unverändert, dagegen verdicken sich ihre an die Seitenfelder grenzenden Ränder zu zwei dicken Wülsten (tm'), deren Zusammensetzung aus zahlreichen Zellen nur aus der grossen Anzahl von dicht zusammengedrängten Kernen erschlossen werden kann. Die Zellenwülste werden immer ansehnlicher, je mehr wir uns der Mitte zwischen dem oberen und unteren Ende des Mittelstreifens nähern, bis sie sich in der Mittellinie fast berühren; sie werden dabei von den wuchernden Zellenmassen der Seitenfelder ganz bedeckt; sie sind die Keimstätten der Muskelfasern, welche in der uns schon bekannten Weise aus ihnen hervorwachsen (Tafel XVII Fig. 17, Tafel XVI Fig. 2 u. 3). Freilich ist der Zusammenhang der Muskelfasern mit den Zellpolstern nur auf wenigen Querschnitten zu erkennen, weil meistentheils die Muskeln wegen ihrer fächerartigen Ausstrahlung quer durchschnitten werden.

Wie man aus dem hier Mitgetheilten entnehmen kann, stehen die Cylinderzellen mit den Muskelfasern in keinem Zusammenhang; wenn sie für das Wachsthum des Tentakels eine Bedeutung haben, so kann dieselbe nur darin gesucht werden, dass sie sich an den Rändern durch Theilung vervielfältigen und so die Keimzone verbreitern helfen, wodurch eine Vermehrung der Zahl der Muskelfasern herbeigeführt werden würde. Morphologisch ist die Cylinderzellenschicht noch insofern von Wichtigkeit, als durch sie die Keimzone der Muskelfasern in zwei Hälften zerlegt und so in der Tentakelwurzel eine Zweitheilung herbeigeführt wird, die sich auch auf den Muskelstrang des Tentakels überträgt.

Auf den Querschnitten durch den mittleren Theil der Tentakelwurzel ist endlich noch ein unpaarer Haufen kleiner Zellen sichtbar (Tafel XVI Figur 11, Tafel XVII Figur 17 tm″) bestimmt den Zwischenraum auszufüllen, welcher zwischen den beiden Polstern, von denen die Muskelfasern entspringen, vorhanden ist. Der Zellenhaufen setzt sich in den Axenstrang fort, welcher den Tentakelstamm in ganzer Länge durchzieht.

Die Entwicklung, welche ich hier von den Muskelfasern des Tentakelstamms geschildert habe, ist ein sehr eigenthümlicher,

ganz ohne Analogon dastehender Process. Cylindrische Epithelzellen vermehren sich durch wiederholte in ihrer Längsaxe erfolgende Theilungen zu Zellenreihen; die Zellenreihen scheiden auf ihrer Oberfläche Muskelsubstanz aus und bilden dünne Scheiden, welche die Zellenreihen umschliessen. Nach der Peripherie zu wandeln sich die Scheiden zu soliden Fasern um, indem sie sich mit contractiler Masse füllen, während die Körper der Matrixzellen aufgebraucht werden und schliesslich ganz verloren gehen. Am längsten erhalten sich noch einzelne Kerne, welche durch die Muskelsubstanz auseinander gedrängt werden, bis auch sie nicht mehr mit Sicherheit nachgewiesen werden können. Bei dieser Entwicklungsweise ist besonders Zweierlei höchst auffällig, 1. dass die Muskelfasern vom freien Ende der Epithelzellen ganz nach Art der cuticularen Bildungen ausgeschieden werden, 2. dass sie senkrecht zur epithelialen Oberfläche hervorwachsen. Ueberall wo wir bei den Coelenteraten ektodermale Muskelfasern antreffen, ist das Gegentheil der Fall; die Muskelfasern liegen am centralen Zellenende und verlaufen der Epitheloberfläche parallel, dagegen senkrecht zur Längsaxe der einzelnen Epithelzellen.

Noch eigenthümlicher ist der Bildungsmodus der Seitenfädenaxen, welcher sich an einem und demselben Tentakel im Zusammenhang verfolgen lässt, weil eine continuirliche Reihe von Uebergangsformen von kleinen kaum differenzirten Zellenhaufen bis zu völlig entwickelten Fäden hinüberleitet. Zur ersten Orientirung sind auch hier wieder Längsschnitte geeignet, da die einzelnen Entwicklungsstufen in einer Reihe angeordnet sind, welche am aboralen Ende der Tentakelwurzel beginnt und an dem Tentakelstamm abschliesst. Man darf hierbei jedoch nicht erwarten, auf einem Schnitte die Reihe von Anfang bis zu Ende auf einmal zu überblicken, da diese nie ganz gerade verläuft und daher sich auf mehrere hinter einander folgende Schnitte vertheilt. So ist denn auch die Figur 2 auf Tafel XVI aus mehreren Präparaten combinirt.

Am unteren — dem Mundpol zugewandten — Ende des Schnitts löst sich von der Zellenmasse des Mittelstreifens ein Strang von Zellen ab, der nach aussen von den fächerartig ausgebreiteten Muskelfasern des Tentakelstamms liegt, aber noch von den dichten Haufen der in Entwicklung begriffenen Klebzellen umhüllt wird. An Carminosmiumpräparaten intensiv roth gefärbt, lässt er sich leicht unterscheiden von seiner durch Osmiumsäure gebräunten Umgebung; seine Zellen sind klein und zu einer äusserst kernreichen

Masse verschmolzen. Auf seiner peripheren Seite trägt der Strang kleine Höcker, die nach dem oberen Schnittende zu sich mehr und mehr vergrössern und besonders an Länge zunehmen. Dies sind die ersten Anlagen für die Axen der Seitenfäden; eine Strecke weiter lösen sie sich von dem Zellenstrang, von dem sie hervorgeknospt sind und der bald darauf aufhört, ab und sind nun selbstständige Gebilde, welche in das von den Seitenfeldern gelieferte Zellenmaterial eingebettet sind. Sie wachsen in die Breite und noch mehr in die Länge, umgeben sich mit den Zellen der Seitenfelder und gliedern sich endlich als Senkfäden von der Masse der Tentakelwurzel ab.

Zu denselben Resultaten führt eine Serie von Querschnitten. Die Schnitte, welche dem unteren Ende entnommen wurden (Taf. XVI Fig. 8), zeigen wieder die zwei Lagen von Cylinderzellen, welche den kielförmigen Vorsprung des Mittelstreifens ausmachen. Die Ränder derselben, welche sonst von den beiden Keimpolstern der Tentakelmuskulatur eingenommen werden, sind unter einander verbunden durch eine quere Brücke eines kernreichen Gewebes, welches auf späteren Schnitten der Serie selbständig wird, indem sein Zusammenhang mit dem Mittelstreifen zuerst sich lockert (Taf. XVI Fig. 9 q) und dann vollkommen unterbrochen wird (Taf. XVI Fig. 10). So ist das Material für die Axen der Seitenfäden gesondert und bildet sich, je mehr wir uns dem obern Ende nähern, zu seiner definitiven Gestalt aus (Taf. XVI Fig. 11).

Hand in Hand mit dieser morphologischen Sonderung geht auch eine histologische Umwandlung vor sich. Anfänglich sind die Anlagen nur gleichförmige Anhäufungen kleiner Zellen; dann differenziren sie sich in drei Theile, eine Axe und zwei umhüllende schalenförmige Stücke, welche an Macerationspräparaten isolirt die Axe ganz umhüllen wie die Cotyledonen das knospende Pflänzchen. Die Zellen in allen drei Stücken sind wesentlich modificirt und bilden eine wachsig oder verglast aussehende Masse, in welcher noch die Kerne als Ueberreste der Zellen erkennbar sind (Taf. XVI Fig. 12). Auf weiter vorgerückten Entwicklungsstadien gelingt der Nachweis von Kernen nur noch in der Axe, dagegen nicht in den umhüllenden beiden Theilen, welche durchaus homogen sind und das Licht stark brechen (Taf. XVII Fig. 2 u. 9). War ein Schnitt gerade senkrecht zur Längsrichtung einer Senkfadenanlage gefallen, so erhält man einen vielkernigen Axenstrang, umgeben von einem Ring, der an zwei opponirten Stellen verdickt ist. Die zwei Ver-

dickungen (Taf. XVII Fig. 9) liefern die beiden Muskelbänder, die vielkernige Axe dagegen den centralen Faserstrang der fertigen Senkfäden. — Ihrer ganzen Entwicklungsweise nach besitzen daher die axialen Theile der Senkfäden mit der muskulösen Axe des Tentakelstamms eine gemeinsame im Mittelstreifen der Tentakelwurzel gegebene Anlage; da sie sich aber von derselben frühzeitig loslösen, so sind sie eine Zeit lang isolirt und treten erst secundär wieder mit dem Tentakelstamm in Verbindung.

So sehen wir, wie der complicirte Bau des Tentakels durch den complicirteren Bau der Tentakelwurzel noch bei weitem übertroffen wird. Von besonderem Interesse hierbei ist, dass für alle Theile des Tentakelapparates besondere Knospungszonen vorhanden sind; die epithelialen und die axialen Theile finden ihren Ursprung in räumlich getrennten Abschnitten der Tentakelwurzel, erstere in den Seitenfeldern, letztere in dem Mittelstreifen, und unter den axialen Theilen wiederum stammen die den Seitenfäden angehörigen aus anderen Abschnitten des Mittelstreifens, als die dem Tentakelstamm zukommenden. Alle Knospungszonen stimmen aber in dem Punkte überein, dass sie besondere Partieen des die Tentakelhöhle auskleidenden Ektoderms sind.

Die Tentakeln von Euplocamis Stationis und Cydippe hormiphora zeigen im Allgemeinen denselben Bau, wie ich ihn hier von den Tentakeln der Callianira bialata geschildert habe, dagegen ergeben sich in der Beschaffenheit der Einzeltheile und zwar ganz besonders der Seitenfäden Verschiedenheiten, über welche ich im Folgenden einen kurzen Ueberblick geben werde.

Euplocamis Stationis besitzt einen Tentakelstamm, welcher in Folge der grossen Anzahl und der bedeutenden Stärke seiner Muskelfasern viel dicker ist, als bei Callianira bialata. Zum Unterschied von anderen Ctenophoren besteht sein Epithel aus gewöhnlichen Deckzellen, welche in einer dünnen Oberflächenschicht ausgebreitet sind und von den glatten Muskelfasern des Stammes durch einen schmalen wahrscheinlich von Gallerte ausgefüllten Zwischenraum getrennt werden (Taf. XVII Fig. 23). Dazwischen zerstreut liegen Sinneszellen, welche an zwei Charakteren erkennbar sind, 1. dass sie eine Anzahl (3—6) kürzerer und längerer Tastborsten tragen und 2. dass ihr Körper centralwärts sich zuspitzt und durch die Gallerte hindurch dringend sich mit seiner Spitze in die Muskelfaserschicht einsenkt, wo er sich wahrscheinlich in eine Nervenfaser verlängert. Kerne sind in grosser Menge auf Querschnitten durch den Tentakelstamm vorhanden; der Axen-

strang ist der Dicke des Tentakels entsprechend ebenfalls sehr stark entwickelt.

Die Seitenfäden sind äusserst contractil; wenn sie gereizt werden, rollen sie sich spiralig auf und schnurren zu tannenzapfenförmigen Körpern zusammen, weil jede Spiraltour dicht an die vorhergehende anschliesst. Die spiralige Aufrollung wird wohl in erster Linie durch die asymmetrische Vertheilung der Gewebsbestandtheile herbeigeführt, von welcher man sich am besten auf einem Querschnitt überzeugt.

Der Durchschnitt eines Seitenfadens (Taf. XVII Fig. 6) ergiebt im Allgemeinen eine keilförmige Figur mit abgerundeten Kanten. Da das Epithel an allen Stellen nahezu gleich dick ist, so wird die Keilform vorwiegend durch den Axentheil des Fadens bedingt, an welchem wir 4 verschiedene Bestandtheile mit Sicherheit nachweisen können: 1. die Gallerte; 2. das elastische Band; 3. die quergestreiften Muskelfasern; 4. die glatten Muskelfasern. Hierzu kommen vielleicht noch Nervenfasern.

Die Gallerte ist structur- und zellenlos, färbt sich in Carmin schwach roth und hat nur die Bedeutung eines Substrates für die in ihr eingebetteten Elemente. Die elastische Membran (i) ist ebenfalls zellenlos und auf dem Querschnitt deutlich doppelt contourirt; sie ist in der Längsrichtung in sehr regelmässiger Weise gefaltet, so dass ein Längsschnitt oder die Seitenansicht eine Wellenlinie ergiebt. Bei der Seitenansicht fällt ferner auf, dass einem jeden Rand der elastischen Membran parallel eine Doppelreihe kleiner würfelförmiger Körperchen zieht (Taf. XVII Fig. 14), über deren Bedeutung ich nichts Näheres mittheilen kann, welche aber sowohl im frischen Zustand als nach der Behandlung mit Reagentien deutlich sichtbar sind. Die elastische Membran ist ganz in die Gallerte eingebettet und dabei in der Weise gestellt, dass die Gallerte durch sie in einen kleineren und einen grösseren Abschnitt zerlegt wird, von welchen der erstere der breiten Seite des Keils entspricht, der letztere dem zugeschärften Ende.

Im ersteren Theil verlaufen die quer gestreiften Muskeln als zwei seitlich unmittelbar an einander schliessende Stränge, von welchen ein jeder aus etwa 30 feinen Muskelblättern besteht (Taf. XVII Fig. 6). Die Muskelblätter sind mit ihren Breitseiten dicht aufeinander gefügt und liegen parallel zum elastischen Bande; sie lassen sich nicht in Fibrillen zerfasern, zeigen dagegen von der Seite betrachtet (Taf. XVII Fig. 14) eine sehr deutliche Querstreifung, bedingt durch die regelmässige Aufeinanderfolge heller

und dunkler Querbänder. Weitere Querlinien, wie sie bei den quergestreiften Muskeln höherer Thiere vorkommen, waren weder in der helleren noch in der dunkleren Substanz vorhanden. Auch habe ich keine Muskelkörperchen beobachtet.

Die homogenen oder glatten Muskelfasern finden sich auf der entgegengesetzten Seite wie die quergestreiften, auf dem Querschnitt im spitzen Ende des Keils, und sind zwei schmale, aber dicke, ein wenig geschlängelte Bänder. Neben ihnen gewahrt man einen Strang, den ich für einen Nervenstrang halte, da er bei der Betrachtung von der Fläche feinstreifig aussieht, als wäre er aus zarten Fädchen zusammengesetzt. Auf dem Querschnitt sieht man ihn als eine körnige Masse, welche sich undeutlich gegen das Epithel absetzt; bei Isolationen habe ich jedoch keine Fäserchen nachweisen können.

Im Epithel endlich treffen wir die beiden schon oben beschriebenen Zellenformen an, 1. Sinneszellen mit einem reichlichen Besatz langer starrer Borsten und 2. Klebzellen. Die bei Euplocamis besonders schön entwickelten Klebzellen (Taf. XV Fig. 9) scheinen von oben betrachtet ganz von rundlichen dicht gedrängten Körnchen gebildet zu werden; indessen wird dieses Bild durch kleine Stäbchen erzeugt, welche von der Peripherie nach dem Mittelpunkt der Zelle convergiren, wie dies am besten auf Querschnitten, welche zufällig mitten durch einen Zellenkörper gegangen sind, nachgewiesen werden kann. Hier treffen sie zuweilen auf ein kleines Korn, welches gleichsam der Ausstrahlungspunkt der radialen Structur ist. Unter dem centralen Korn beginnt der bei Euplocamis besonders lange und dicke, in viele Spiralwindungen gelegte Muskelfaden; er hängt an seinem basalen Ende mit einem Fäserchen zusammen, das am unversehrten Präparate zu einem Knäuel aufgerollt ist, beim Zerzupfen aber in die Länge gezogen werden kann. In einigen Fällen liess sich der Faden noch weiter über die Basis des Spiralmuskels hinaus bis an den Zellenkörper verfolgen; er steigt dabei geraden Wegs in der Axe der Spirale auf.

Von den Bestandtheilen der Seitenfäden lässt sich kein einziger mit Sicherheit in das Innere des Tentakelstammes verfolgen. Das elastische Band und die Schicht der quer gestreiften Muskelblätter dringen zwar beide etwas in die Tentakeloberfläche ein, hören dann aber mit einer scharfen Linie wie abgeschnitten auf (Taf. XVII, Fig. 22). Die Muskelfasern breiten sich dabei ringsum fast über den ganzen Seitenfaden aus, sie verlieren die Querstrei-

fung, zeigen aber dafür Kerne eingelagert. Eine grössere Anzahl von Kernen, 2—4, finden sich namentlich dicht an einander gedrängt in dem äussersten etwas verbreiterten Anfangstheil einer jeden Faser, so dass hier eine Wachsthumszone in ähnlicher Weise gegeben ist, wie für den Tentakelstamm in der Tentakelwurzel. Wie sich zum Tentakelstamm die homogenen Muskelbänder und der wahrscheinlich nervöse Faserstrang verhalten, habe ich nicht nachweisen können.

Junge Seitenfäden, welche noch nicht in Function getreten sind, sind nicht allein spiralig aufgerollt, sondern sind auch von einer gemeinsamen homogenen Hülle überzogen, welche die einzelnen Windungen fest gegen einander presst. Ferner sind die Windungen durch reichliche Epithelmassen zu einem soliden Körper unter einander verklebt. In der Axe desselben verläuft ein nur auf Schnitten (Taf. XVII, Fig. 7) nachweisbarer Faserstrang, von welchem an die einzelnen Windungen Fädchen ausstrahlen; es ist dies wohl der Nervenstrang. Die Muskelblätter lassen um diese Zeit noch die Querstreifung vermissen.

Bei den Cydippen (C. hormiphora) sind es abermals nur die Seitenfäden, welche von den bei Callianira bialata beschriebenen Verhältnissen erheblicher abweichen; sie sind kurz und von ansehnlicher Breite, so dass sie wie kleine vom Tentakelstamm herabhängende Säckchen aussehen; sie sind von zweierlei Art, indem man unter ihnen grössere und kleinere unterscheiden kann, von welchen die letzteren die ersteren wohl um das Vierfache an Länge und Breite übertreffen.

Die grösseren Seitenfäden haben die Gestalt einer stark verlängerten Rübe und sitzen mit dem breiteren Ende auf dem Tentakelstamme fest; sie tragen ihrerseits wieder seitliche kleinere Ausläufer ganz von der Art, wie sie auch direct vom Tentakelstamm entspringen können, in mehreren Wirteln gestellt, aber in ihrer Verbreitung auf das basale Drittel beschränkt.

Ein Querschnitt durch einen grösseren Seitenfaden ergiebt eine symmetrische Figur, welche im Allgemeinen etwa kreisförmig, auf einer Seite aber etwas eingedrückt ist (Taf. XVII, Fig. 12), so dass man an jedem Faden eine concave und eine convexe Seite unterscheiden kann. Diese Form ist bedingt durch die Beschaffenheit des Axentheils. Während derselbe bei Callianira kreisförmig ist, ist er hier zu einem dünnen Bande abgeplattet, welches in querer Richtung stark über eine Seite gekrümmt ist und somit eine Rinne erzeugt. Der Convexität der Rinne entspricht die convexe Seite,

der Concavität die concave Seite der Oberfläche des gesammten Seitenfadens, die Aushöhlung der Oberfläche ist jedoch lange nicht so ausgesprochen wie die Concavität des axialen Bandes, weil hier das dazwischen gelegene Gewebe stärker entwickelt ist als an anderen Orten.

Das axiale Band ist an seinen beiden Rändern am dicksten; während es sonst auf Schnitten kaum doppelt contourirt ist, lässt es hier zwei Lamellen unterscheiden, welche aus einander weichen und zwischen sich feine Fasern fassen. Die Fasern (Taf. XVII, Fig. 21) erscheinen auf dem Querschnitt als kleine Körner, bei der Flächenansicht bilden sie eine zarte longitudinale Streifung; Kerne sind in ihnen nur selten vorhanden, wo sie aber vorkommen, liegen dann immer mehrere in einer Längsreihe dicht bei einander (Taf. XVII, Fig. 19). Aehnliche Faserzüge finden sich ausserdem noch an zwei Stellen des axialen Bandes, wo die Seitenwände der Rinne in den Rinnengrund umbiegen, und bedingen hier Verdickungen, welche aber wie die Faserzüge selbst nicht sehr ansehnlich sind.

Die Axe und das Oberflächenepithel sind von einander durch eine aus Gallerte bestehende Zwischenschicht getrennt, welche bei Callianira und Euplocamis ebenfalls zwischen der Axe und dem Epithel, wenn auch in einer weniger auffallenden Weise vorkommt, bei Cydippe hormiphora aber zu ganz besonderer Mächtigkeit ausgebildet ist, so dass durch sie auch die Beschaffenheit der Epithelzellen etwas modificirt wird. Die Tastzellen besitzen sehr lange centrale Fortsätze, welche die Gallerte durchsetzen und auf dem Axenband mit einer kleinen Verbreiterung enden; ihr Zellkörper selbst ist auf seiner Oberfläche mit mehreren Tastborsten versehen. Die Klebzellen haben einen kräftigen Muskelfaden, der im Ganzen 4—5 Spiraltouren beschreibt, von denen die zwei obersten im Protoplasma der Zelle, die folgenden in der Gallerte eingeschlossen sind. Da der Muskelfaden nun nicht lang genug ist, um die ganze Dicke der Gallertschicht zu durchsetzen und das axiale Band zu erreichen, so wird er in derselben Weise, wie wir es schon bei Cydippe gesehen haben, fortgeführt durch ein feines Fädchen, welches in welligen Biegungen bis an das Band vordringt und hier wie die centralen Fortsätze der Tastzellen ein wenig verbreitert endet. Muskelfaden und Fäserchen sind etwas durchaus Verschiedenes, wie schon daraus hervorgeht, dass beide sich scharf von einander absetzen. Ferner verläuft das Fäserchen von dem Punkt an, wo es mit dem Muskelfaden sich be-

rührt, weiter bis zum Zellenkörper und bildet so eine Axe, um welche der Muskelfaden in Spiraltouren aufgewunden ist. Auch sonst wiederholen sich im Bau des Zellenkörpers die bei Euplocamis Stationis beobachteten Verhältnisse.

In der subepithelialen Gallerte finden sich endlich noch Zellen vor, welche bei keiner anderen Ctenophore vorkommen und vornehmlich die beiden Seiten des axialen Bandes mit einem dichten Netz überziehen (Taf. XVII, Fig. 5); ihre von gelben Pigmentkörnchen gewöhnlich dicht erfüllten Körper hängen durch zahlreiche bald breite lappige, bald feine fadenförmige Fortsätze unter einander so innig zusammen, dass es nicht möglich ist, auch nur ungefähr zu bestimmen, wie weit etwa der Körper einer Zelle sich ausdehnt. Stellenweise verbreiten sich die Protoplasmanetze auch weiter in der Gallerte nach dem Epithel zu, ganz besonders in der den Rinnengrund ausfüllenden Gallerte (Taf. XVII, Fig. 12), wo dicke Protoplasmanetze mit engen Maschen angetroffen werden.

Ob die centralen Ausläufer der Kleb- und Sinneszellen mit den geschilderten Netzen zusammen hängen, habe ich nicht mit Sicherheit entscheiden können, weil auf Querschnitten die einzelnen Elemente zu wirr nach allen Richtungen sich kreuzen; sollte ein solcher von mir nicht beobachteter Uebergang vorkommen, so würde man ihn wohl auf der Oberfläche des Axenbandes zu erwarten haben, da hier die Endfäden der Epithelzellen gewöhnlich aufhören und dabei mit den Netzen in Berührung kommen.

Der Bau der kleineren Seitenfäden, welche entweder von einem grösseren Seitenfaden oder direct vom Tentakelstamm entspringen, ist im Wesentlichen derselbe wie ich ihn hier geschildert habe. Nur ist die Figur, welche der Querschnitt des Seitenfadens ergiebt, eine andere (Taf. XVII, Fig. 11), da das Axenband schmaler und dicker und nicht in Form einer Rinne umgebogen ist; in manchen Fällen ist die Axe überhaupt nicht bandförmig, sondern wie bei anderen Ctenophoren oval oder kreisrund; dann tritt die von der subepithelialen Gallerte wohl zu unterscheidende Grundsubstanz der Axe mehr in den Vordergrund und in ihr eine vierzipflige Figur, welche durch dunkle Körnchen, die Querschnitte feinster Fädchen, bedingt ist. Dieses Bild der Axe eines Seitenfadens stimmt mit dem von der Callianira bialata gegebenen Bild (Taf. XVII, Fig. 8) im Allgemeinen überein, unterscheidet sich aber durch die Abwesenheit der zwei Muskelstränge.

Was nun die Deutung der in den Seitenfäden von Cydippe vorkommenden histologischen Elemente anlangt, so ist das central

verlaufende Band offenbar nur die feste Stütze des Organs; die im Band eingeschlossenen Fäserchen sind zum Theil jedenfalls muskulös, da sie die einzigen Elemente sind, auf welche man die lebhaften wurmförmigen Bewegungen der Seitenfäden zurückführen kann. Ob dazwischen auch Nerven vorkommen, lasse ich dahin gestellt. Das Protoplasmanetz dagegen gehört wahrscheinlich zur Gallerte, da die Beschaffenheit der Zellensubstanz, die lappigen Formen der Zellen und die Unregelmässigkeit in den Anastomosen wenig zu nervösen Elementen passen.

Auf die Tentakelwurzeln der beiden besprochenen Arten (Euplocamis und Cydippe) brauche ich nicht weiter einzugehen, da Querschnitte, welche ich angefertigt habe, im Wesentlichen die uns schon von Callianira bekannten Bilder lieferten. In wie weit sich der Entwicklungsmodus der Seitenfäden abweichend gestaltet, habe ich nicht untersucht.

b. Der Tentakelapparat von Cestus Veneris.

Bei einer Anzahl von Ctenophoren sind lange mit Seitenfäden besetzte und aus der Tentakelhöhle frei hervortretende Fangfäden nur auf frühen Stadien der Entwicklung vorhanden, später erfahren sie eine Rückbildung, um durch die sogenannten Nebententakeln ersetzt zu werden, welche im Ganzen in Vierzahl, ein Paar auf jeder Seite, auftreten. Diese Nebententakeln sind Reihen von Seitenfäden, welche durch einen gemeinsamen Strang, dem ich zunächst den nichts über seine morphologische Bedeutung im Voraus entscheidenden Namen „Verbindungsstrang" beilege, unter einander vereinigt und mit Hilfe desselben an dem Körper der Ctenophore selbst befestigt sind. Am meisten ausgeprägt ist die hier kurz charakterisirte Modification des Tentakelapparats bei den Cestiden, von welchen ich nur Cestus Veneris untersucht habe.

Da der Körper des Cestus Veneris in der Richtung der transversalen Axe abgeplattet ist, so liegen die Tentakelsäcke auf den Breitseiten des Körpers und münden hier dicht neben und etwas oberhalb der Mundöffnung aus. Die Mündung eines jeden Tentakelsacks erweitert sich trichterförmig und setzt sich rechts und links in eine Rinne fort, welche parallel dem unteren Rand des bandförmigen Körpers, wenige Millimeter nach oben von demselben hinzieht. Da nun der Mund sich ebenfalls in eine Rinne verlängert, welche ungleich tiefer und breiter ist und die untere Seite des Bandes einnimmt, so erhält man auf einem Querschnitt durch den unteren Körperrand eines Cestus — die Figur 18 auf

Tafel XVII stellt nur die Hälfte eines solchen dar — 3 Rinnen, die mediane tiefe unpaare Mundrinne und beiderseits von derselben aber etwas höher gelegen die kleineren paarigen Tentakelrinnen; letztere sind dadurch erzeugt, dass sich von der Oberfläche der Seitenwand des Körpers eine Gallertfalte nach abwärts erhebt. Aus ihnen hängen, wenn das Thier sich in völliger Ruhe befindet, wie Fransen am Saume eines Kleides, zahllose Seitenfäden herab, welche bei der geringsten Beunruhigung verkürzt und in die Rinnen zurückgezogen werden.

An der Innenfläche der erwähnten Gallertfalte nahe dem Rinnengrund ist das ektodermale Epithel zu einem in der Richtung der Rinne verlaufenden Wulst verdickt, in welchem der mit Seitenfäden besetzte Verbindungsstrang eines jeden Nebententakels eingebettet ist. Schneidet man die Falte ab und breitet sie glatt aus, so fällt der Epithelwulst an gefärbten Präparaten in der sonst dünnen und unscheinbaren Epithellage als ein breiter rother Streifen protoplasmareicher mit grossen Kernen ausgestatteter Zellen auf (Taf. XV, Fig. 12). In dem an den Rinnengrund angrenzenden Theil des Streifens liegt der Verbindungsstrang (tv) als ein Zug von feinen in Osmiumsäure sich schwärzenden Fasern, welche, wie Querschnitte lehren, von den Epithelzellen überdeckt werden (Taf. XVII, Fig. 20). Kerne in grosser Zahl drängen sich entweder einzeln oder zu mehreren in rundlichen und ovalen Nestern vereint zwischen die Fasern ein.

Die von dem Verbindungsstrang aus entspringenden Seitenfäden sind äusserst dünn und zu einer histologischen Untersuchung wenig geeignet, da sie sich weder gut zerzupfen noch querschneiden lassen. Die Kleb- und Tastzellen, welche den epithelialen Ueberzug zusammensetzen, sind klein, im Uebrigen aber wie bei den anderen Ctenophoren gebaut. Die Axe gleicht in ihrer Beschaffenheit dem schon beschriebenen Verbindungsstrang und ist ein Faden, welcher aus feinsten gewellten Fäserchen und spärlichen Kernen besteht. Einzelne Fäserchen setzen sich in der That auch continuirlich in den Verbindungsstrang fort, nachdem sie eine kleinzellige epitheliale Verdickung an der Basis des Seitenfadens durchbohrt haben (Taf. XV, Fig. 12 und Taf. XXI, Fig. 1).

Von der dem Rinnengrund abgewandten und dem freien Rand der Gallertfalte benachbarten Partie des rothgefärbten Epithelstreifens erheben sich endlich noch eigenthümliche, hakenartig gekrümmte Fortsätze, die „Tentakelhaken“ (Taf. XV, Fig. 12

u. Taf. XXI, Fig. 1th; Taf. XVII, Fig. 13). Dieselben sind von sehr verschiedener Länge, an ihrer Basis am breitesten, nach ihrer Spitze zu ein wenig verjüngt und bestehen aus feinen Fasern, welche im Allgemeinen längsgerichtet sind, im Uebrigen aber wirr durch einander verlaufen und ab und zu sich sogar einzeln ablösen, um frei über die Oberfläche des Hakens hervorzutreten. Jeder Tentakelhaken ruht mit seiner Basis gleichzeitig auf mehreren (3—4) Epithelzellen, deren Kerne zum Theil zwischen die Fasern vorgeschoben sind, und kann daher wohl nur als eine cuticulare Bildung eigener Art aufgefasst werden. Ob er zu activen Bewegungen befähigt ist, habe ich leider verabsäumt durch Beobachtung am frischen Object zu entscheiden.

Zahllose derartige Tentakelhaken sind in einer einzigen Reihe in ganzer Länge der Tentakelrinne neben einander gestellt; sie ragen nur wenig über die Oberfläche des Epithels hervor, biegen sich allmählich um und legen sich quer über den Epithelstreifen herüber, bis sie etwas jenseits vom faserigen Verbindungsstrang enden. Ueber die Lagerung, welche sie zu letzterem bei der natürlichen Stellung des Venusgürtels einnehmen, geben die Figuren 18 u. 20 auf Tafel XVII Aufschluss, welche nach einem Querschnitt entworfen sind. Denselben zu Folge beginnen die Tentakelhaken nach abwärts vom Verbindungsstrang und krümmen sich von unten um ihn herum, so dass sie für ihn recht gut, wie ihr Entdecker Chun annimmt, einen Aufhängeapparat bilden könnten.

In keinem Falle ist es mir geglückt, den hier in seinen einzelnen Theilen beschriebenen Tentakelapparat bis an die Tentakelwurzel heran zu verfolgen; stets hörte er auf, sowie er in das trichterförmig erweiterte Ende der Tentakelhöhle eingetreten war, indem sein Epithelwulst sich allmählich verlor und der dem Ganzen zu Grunde liegende Verbindungsstrang immer unscheinbarer wurde, bis er als ein feines Fädchen im Epithel endete. Auch die Einrichtung der Tentakelhaken fand hiermit ihren Abschluss (Taf. XXI, Fig. 1 u. 2).

Die zuletzt erwähnte Beobachtung genügt schon allein um den Nachweis zu führen, dass im Nebententakel kein Element enthalten ist, welches sich morphologisch dem Tentakelstamm der übrigen Ctenophoren vergleichen lässt. Denn dieser bleibt stets im Zusammenhang mit der Tentakelwurzel, weil ihm nur dadurch ein Wachsthum in die Länge ermöglicht ist; auch setzen sich die Fasern des Tentakelstammes nicht in die Faserung der Seitenfä-

den fort, wie es beim Verbindungsstrang von Cestus der Fall ist. Der ganze Nebententakel besteht vielmehr allein aus den Seitenfäden, denjenigen Theilen, welche sich bei allen untersuchten Ctenophoren schon sehr frühzeitig vom Keimgewebe der Tentakelwurzel loslösen und mit ihm auch im entwickelten Thiere keine directe Verbindung unterhalten. Da ein Tentakelstamm fehlt, an welchen sie sich anschmiegen können, so sind die Seitenfäden unter sich in Vereinigung getreten, indem einzelne ihrer muskulösen Fäden sich zur Bildung des Verbindungsstrangs verlängert und an einander gelegt haben; eine weitere Stütze für den ganzen Apparat wurde durch seine Befestigung an dem Körper gewonnen; da es aber durch dieselbe dem Thier unmöglich gemacht wird, seine Fangfäden in die Tentakelhöhle zurückzuziehen, so ist ein besonderer Schutzapparat in der Gallertfalte zur Entwicklung gekommen, welche mit der Körperwand gemeinsam die zur Aufnahme der Seitenfäden dienende Tentakelrinne erzeugt.

Der abweichende Bau des Tentakelapparats machte eine nähere Untersuchung der Tentakelwurzel nöthig; denn obwohl dieselbe mit den Nebententakeln nicht zusammenhängt, so ist sie gleichwohl ein zellenreiches, ohne Zweifel noch weiter functionirendes Organ.

Auf Querschnitten erhält man Bilder, wie sie Querschnitte durch das untere Ende der Tentakelwurzel von Callianira (Taf. XVI, Fig. 8 u. 9) liefern; es sind somit die Seitenfelder und der Mittelstreifen deutlich zu unterscheiden, letzterer ist aber sehr wenig entwickelt. Einen Tentakelstamm habe ich nicht entdecken können, auch nicht mit Hülfe von Macerationspräparaten, so dass er entweder ganz fehlt oder doch sehr rudimentär ist. Dagegen sind die charakteristischen Anlagen der Seitenfäden ohne grosse Mühe, besonders schön an Macerationspräparaten zu erkennen; sie sind offenbar das einzige Bildungsproduct des Mittelstreifens, während die Seitenfelder auch hier wieder die Klebzellen liefern.

Die Anlagen der Seitenfäden fand ich nicht bei allen Cestiden in gleicher Weise vor; bei einem Exemplar wurde aus dem Haufen der Klebzellen ein langer continuirlicher Strang dicht an einander gefügter Zellen isolirt, an welchem die Anlagen in ausserordentlich grosser Zahl und in mehreren Reihen neben einander ansassen; an einem Ende, welches nach Analogie mit Callianira wohl als das untere zu betrachten ist, sassen die jüngsten Anlagen, nichts als kleine warzenartige Vorsprünge, die nach dem anderen Ende des Stranges zu (wahrscheinlich dem oberen) an

Grösse zunahmen, bis sie endlich zu ansehnlichen fingerförmigen Fortsätzen wurden. Der gesammte Strang mit seinen Anhängen bestand aus demselben gleichförmigen Gewebe, das schon bei Callianira beschrieben worden ist, kleinen fast nur von dem Kern gebildeten Zellen, die gegen einander nicht abgegrenzt waren und wie eine einzige continuirliche Masse aussahen.

Weitere Entwicklungszustände habe ich bei dem betreffenden Exemplare vermisst, dagegen bei zwei anderen angetroffen, wo umgekehrt die jüngeren Stadien fehlten. Die Axen der Seitenfäden waren hier zum grossen Theil schon langgestreckt und feingefasert, wie wir sie aus den Tentakelrinnen kennen; andere waren kürzer, wenn auch immer noch fadenartig gestreckt und diese besassen noch eine gleichförmige von zahlreichen Kernen durchsetzte Grundsubstanz (Taf. XXI, Fig. 7). Alle diese Anlagen, mochten sie auf der einen oder der anderen Stufe der Ausbildung sich befinden, hingen an der Basis unter einander zusammen, indem sie sich hier in zwei Fortsätze theilten, welche sich an die Fortsätze benachbarter Anlagen anfügten. Eine innige Verbindung der einzelnen Senkfäden, welche bei den anderen Ctenophoren fehlt, in der Tentakelrinne der Cestiden aber vorhanden ist, bildet sich dem Gesagten zufolge schon innerhalb der Tentakelwurzel aus.

Endlich habe ich noch zwei in Osmium-Essigsäure macerirte Cestiden untersucht, bei welchen weder vom Tentakelstamm noch von den Senkfäden die Anlagen nachgewiesen werden konnten, obwohl der Mittelstreifen und die beiden Seitenfelder vorhanden waren.

Wenn die angeführten Beobachtungen auch nicht ausreichen, um ein bestimmtes Urtheil zu fällen, so machen sie es doch wahrscheinlich, dass bei den Cestiden eine periodische Erneuerung des Tentakelapparats stattfindet, nicht eine continuirliche wie bei den übrigen Ctenophoren. Dies wird uns schon dadurch nahe gelegt, dass die Senkfäden einer Tentakelrinne wohl unter einander, aber nicht mit der Tentakelwurzel zusammenhängen, was der Fall sein müsste, wenn die Anlagen neuer Senkfäden in demselben Maasse nachgeschoben würden, als die alten sich verbrauchten. Der Befund, dass in einzelnen Fällen in der Tentakelwurzel zahlreiche Anlagen vorhanden sind, in anderen Fällen dagegen fehlen, würde dann so zu deuten sein, dass dort Thiere vor der Neubildung des Tentakelapparats, hier Thiere nach derselben zur Untersuchung gelangt sind.

Literatur. Die Fangfäden wurden lange Zeit über von

allen Forschern, von Eschscholtz (17), Mertens (31), Gegenbaur (21) Forbes (19), nach Analogie mit den Tentakeln der Medusen als hohle Gebilde gedeutet. Eschscholtz lässt sie an ihrer Basis mit einer Ampulle beginnen, ohne sich weiter über die Beziehungen dieser Ampullen zu den herantretenden Gastrovascularcanälen zu äussern. Mertens stellt eine Communication beider Hohlraumsysteme in Abrede, weil er die Fangfäden vom Magen aus vergebens zu injiciren versucht hatte, nimmt dagegen Oeffnungen an den Tentakelenden an. Nur Gegenbaur beschreibt mit Bestimmtheit eine Verbindung der Tentakelcanäle und des Gastrovascularsystems; bei Cydippe hormiphora lasse sich verfolgen, dass der Canal des Fangfadens sich von dem Gastrovascularsystem aus fülle und dadurch eine Verlängerung des ganzen Fadens veranlasse.

Indessen hatte schon vor Gegenbaur Will (35 p. 49) mit Recht hervorgehoben, dass die Fangfäden überhaupt keinen Canal besitzen, sondern vollkommen solid seien. Diese Ansicht wurde von Agassiz (4 p. 205) bestätigt. Obwohl derselbe früher selbst angenommen hatte (3.), dass ein Gefäss wenigstens eine Strecke weit in die Tentakelbasis eindringe, so berichtigte er doch später diese Darstellung und vertrat dafür die Ansicht, dass die Tentakelgefässe an der Tentakelwurzel blind endigen. Dagegen hält er die Muskelmassen des Tentakelstamms und der Seitenfäden für Verlängerungen der Epithelschicht, welche die Wand der Tentakelgefässe auskleidet, und unterscheidet somit, wenn wir uns unserer modernen Ausdrucksweise bedienen, am Fangfaden einen ektodermalen Theil (das Epithel) und einen entodermalen Theil (die Axe). Diese Unterscheidung ist eine durchaus verfehlte, da am Aufbau des Tentakels sich ausschliesslich das Ektoderm betheiligt. Jch kann mich hierüber umsomehr mit Bestimmtheit äussern, als ich Schnittserien durch 3 Tentakelwurzeln von Callianira gelegt und dabei stets gefunden habe, dass das Epithel der Tentakelgefässe an allen Orten durch eine dünne Gallertschicht von der Tentakelwurzel getrennt wird.

Die Frage, ob die Tentakeln der Ctenophoren hohl oder solid sind, ist auch in der Neuzeit noch nicht entschieden, sondern von den einzelnen Forschern in verschiedenem Sinne beantwortet worden. Den Angaben von Will und Agassiz haben sich Wagener (34. p. 124), Claus (10b. p. 386) und Kowalevski (28.) angeschlossen, indem sie die Tentakeln geradezu „fadenförmige Bündel von Muskelprimitivbündeln“ nennen und an ihnen nur „eine

äussere Zellenlage und eine sehr starke Längsmuskelschicht" unterscheiden. Auf der anderen Seite wiederum spricht Fol (18 p. 5) bei Eurhamphaea, Cestus und Vexillum von einem axialen Tentakelcanal, welcher „von einem mehrschichtigen Epithel sehr kleiner, runder Zellen" ausgekleidet werde und mit den Tentakelgefässen zusammenhänge. So hat sich denn auch Claus (11) veranlasst gesehen, in der neuesten Auflage seiner Zoologie das Verhältniss in der Weise darzustellen, dass „die Tentakelgefäse der Ctenophoren ähnlich wie die Tentakelgefässe der Scheibenquallen mit dem Hohlraum des Senkfadens in Communication stehen."

Wie unzulänglich bisher die Kenntnisse vom Bau der Fangfäden der Ctenophoren waren, geht noch mehr hervor, wenn wir die über die histologische Structur gemachten Angaben in Betracht ziehen. Die meisten Forscher beschränken sich auf die Bemerkung, dass longitudinale Muskeln vorhanden sind, manche wie z. B. Eschscholtz beschreiben ausserdem auch irriger Weise circuläre. Dadurch dass Bündel der longitudinalen Muskelfasern sich abzweigen, sollen die Seitenfäden entstehen. Ich finde diese Ansicht namentlich von Wagener (34 p. 124) und Agassiz ausgesprochen. Letzterer (4 p. 236) sagt ausdrücklich, „dass die Zellen des Tentakelstamms — unter Zellen versteht hier der Verfasser die Muskelfasern — am Ursprung der Seitenfäden nahezu rechtwinklig umbiegen und sich in diese ohne Unterbrechung fortsetzen." Agassiz hat ausserdem auch den Axenstrang der Seitenfäden gesehen, wenn auch in unvollkommener Weise; er nennt ihn „einen dünnen Faden von einer durchsichtigen Substanz, welche den Eindruck eines Canales hervorrufe, ohne dass jedoch ein deutlicher Hohlraum erkennbar gewesen wäre." Die Muskelfasern deutet der amerikanische Forscher als langgestreckte Zellen, während Wagener sie den Muskelfasern höherer Thiere vergleicht und ihnen einen fibrillären Bau zuschreibt.

Der neueste Forscher auf dem Gebiet der Ctenophorenliteratur, Chun, hat bisher nur die Seitenfäden von Euplocamis Stationis und Cydippe hormiphora berücksichtigt; an ersteren (7 p. 194 und 8 p. 51) hat er das Vorkommen von quergestreiften Muskelfasern und eines elastischen Bandes zuerst nachgewiesen; dagegen hat er das halbrinnenförmig gebogene Band von Cydippe fälschlich für einen geschlossenen, von Gallerte erfüllten Muskelschlauch gehalten.

Das Epithel der Fangfäden, welches ich in dem vorstehenden historischen Ueberblick bisher ganz vernachlässigt habe und das

lange Zeit über nur als eine trübkörnige Masse geschildert worden war, ist zuerst von Will (35 p. 52) genauer untersucht worden; er beobachtete die körnigen Anhäufungen an den Zellenenden und auch die spiralen Muskelfäden, ohne jedoch über ihre Natur und ihr gegenseitiges Lageverhältniss in's Klare zu kommen. Später charakterisirte Gegenbaur (21 p. 177 u. p. 179) die einzelnen Elemente des Epithels als „Nesselzellen, welche eine glatte Fadenspirale umschliessen. Schnellt der Faden hervor, so zeigt er die Eigenthümlichkeit sich nicht sogleich zu strecken, sondern verharrt noch längere Zeit in einer langgezogenen Spiralform.“ „Das beim Hervorschnellen innerhalb des Bläschens bleibende Ende“, heisst es an einer anderen Stelle, „steht mit einer Anzahl runder Körnchen im Zusammenhang, die brombeerartig gruppirt sind. Es besitzen diese Anhänge eine grosse Lebensfähigkeit, sie bewegen sich abgerissen noch lange selbständig.“ Auch Strethill Wright (33), Clark und Agassiz (4. p. 237) nennen die Epithelzellen „lassocell's“, doch machen die beiden letzteren auf gewichtige Unterschiede zwischen ihnen und den Nesselzellen der Medusen aufmerksam: 1. dass die aufgerollten Fäden nicht hohl seien und daher nicht durch Umstülpung frei werden könnten, 2. dass die Fäden auf einer Seite der umhüllenden Kapselwand befestigt seien und durch eine besondere Oeffnung auf der entgegengesetzten Seite frei würden. Im Uebrigen sind auch sie von einer richtigen Beurtheilung der eigenthümlichen Elemente weit entfernt; ganz besonders irren sie darin, dass sie den Zellenkörper als eine Kapsel beschreiben, dass sie den Muskel in dieser Kapsel völlig aufgerollt sein lassen, dass sie ferner das Ende der Zelle, aus welchem der Faden hervorsteht, für das periphere halten. Noch weniger erschöpfend sind die Angaben Fol's (18. p. 6 u. 11) und Wagener's (34. p. 124), welche sogar den spiralen Faden im Epithel der Eurhamphaea vexilligera, Cestus Veneris und Cydippe hormiphora gar nicht wahrgenommen haben.

Ein sehr wesentlicher Fortschritt wurde durch eine neuerdings erschienene Arbeit Chun's (8) herbeigeführt, welcher den Nachweis führte, dass die Zellen gar keine Nesselzellen seien, da der sogenannte Nesselfaden Contractilität besitze wie der Stielmuskel einer Vorticelle. Chun nennt die Gebilde Greifzellen und giebt von ihnen eine Schilderung, von der ich in mehrfacher Hinsicht abweiche. Das, was ich als den Zellenkörper beschrieben habe, ist nach Chun eine von Gallerte erfüllte und mit feinen Körnchen bedeckte Halbkugel; ferner sollen die Muskelfäden sich in die Mus-

kulatur des Seitenfadens hinein fortsetzen, was ganz bestimmt nicht der Fall ist. Bei der Beurtheilung der Function der Gebilde stimme ich mit Chun insofern überein, als er die Muskelfäden bei der Contraction sich spiralig aufrollen und die mit Körnchen bedeckten Halbkugeln zurückziehen lässt; dagegen ist es mir unverständlich, wie der Verfasser es weiter für wahrscheinlich erklären kann, dass der Faden zugleich auch bestimmt sei, vermöge seiner Contractilität die halbkugelige Kapsel hervorzuschnellen. Also ein Muskel, der durch seine Contraction entgegengesetzte Effecte hervorbringen soll, Streckung und Verkürzung!! Weiter hat Chun zum ersten Male auch die Tastborsten aufgefunden, welche zwischen den Klebzellen von der Oberfläche der Seitenfäden entspringen.

Besondere Berücksichtigung verlangen noch die Mittheilungen, welche über die Beschaffenheit des Tentakelapparats bei den Cestiden gemacht worden sind. Eschscholtz (17 p. 23) beschreibt und zeichnet in seinem „System der Acalephen“ für Cestus Veneris jederseits einen Tentakel, welcher wie auch sonst mit Seitenfäden besetzt ist und aus seinem Tentakelsack lateral von der Mundöffnung hervortritt. Derselbe konnte von Mertens (31 p. 490) nicht wiedergefunden werden und existirt wohl auch in der von Eschscholtz abgebildeten Weise bei keiner entwickelten Cestide. Wenn Gegenbaur (21.) bei der Charakteristik der Cestiden seiner Erwähnung thut, so geschieht es wohl weniger auf Grund eigener Beobachtungen, als auf die Autorität des um die Kenntniss der Quallen hochverdienten Forschers.

Durch die Untersuchungen Fol's (18. p. 7. 10. 11) wurde es bekannt, dass der Tentakelapparat der Cestiden und einiger verwandter Familien in besonderer Weise modificirt worden ist. Nach Fol ist der Haupttentakel rudimentär und wird auf jeder Seite durch zwei Nebententakeln ersetzt, welche jenem im Bau gleichen nnd hohle mit hohlen Seitenfäden bedeckte Stränge sind; die Nebententakeln sollen in den Tentakelrinnen fest gewachsen sein, so dass nur ihre Seitenfäden hervortreten können. Der Darstellung Fol's gegenüber hat Chun (7. p. 188) mit Recht die Existenz eines Stammtheils an den Nebententakeln in Abrede gestellt, welche vielmehr nur aus Seitenfäden bestehen sollen. Dagegen kann ich Chun nicht darin beistimmen, dass die Seitenfäden überhaupt nicht unter einander verbunden und auch nicht in der Tentakelrinne fest gewachsen seien, dass sie vielmehr alle einzeln aus dem Tentakelsack hervorkämen, in denselben vollkommen zurückziehbar seien und in der Tentakelrinne durch einen besonderen Aufhängeapparat

äusserlich befestigt würden. Als einen solchen Aufhängeapparat deutet Chun die von ihm aufgefundenen „gemshornförmigen Cilien“, für welche ich den Namen „Tentakelhaken“ eingeführt habe, weil die Gebilde histologisch nicht als Cilien betrachtet werden können.

Da die meisten Forscher, wie eine Durchsicht ihrer Untersuchungen ergiebt, keine richtige Vorstellung von der Beschaffenheit der Tentakeln besessen haben, so ist es verständlich, dass der Bau der Tentakelwurzel von ihnen nur in seinen allgemeinsten Verhältnissen erkannt worden ist und dass selbst hierbei nicht selten wesentliche Irrthümer mit untergelaufen sind. Ist doch in früherer Zeit sogar die functionelle Bedeutung der Tentakelwurzel falsch beurtheilt worden, wie z. B. von Mertens, welcher ihre Zellenmassen für Geschlechtsorgane gehalten hat.

Gegenbaur's Darstellung (21.) leidet an dem schon früher hervorgehobenen Fehler, dass er einen Zusammenhang der Tentakelgefässe mit dem Tentakelinneren annimmt; dagegen hebt sie mit Recht hervor, dass die „Nesselzellen“ aus besonderen Anlagen und unabhängig von dem Tentakelstück, welches sie bedecken sollen, entstehen; die Entwicklungsweise der Muskulatur lässt sie unberücksichtigt. Um so ausführlicher ist die von Agassiz (4. p. 234) gegebene Schilderung, welche eine Anzahl guter Beobachtungen enthält: dass die Tentakelwurzel zu einer ovalen Scheibe ausgebreitet ist, dass diese Scheibe durch eine Längsfurche in zwei Hälften zerlegt wird, dass die Längsfurche nach innen (nach der Axe des Körpers zu) als „a thick ridge“ vorspringt und dadurch die beiden Tentakelgefässe der ganzen Länge nach von einander trennt. Immerhin sind auch von Agassiz die wichtigsten Punkte falsch aufgefasst oder ganz übersehen worden. Ein sehr wesentlicher Irrthum ist die Annahme, dass das Epithel der Tentakelgefässe den grössten Theil der Wurzel bildet, indem es sich stark verdickt und sich als ein Strang von Muskelzellen in den Tentakel und seine Seitenfäden fortsetzt, während das ektodermale Epithel auf einen relativ unscheinbaren Ueberzug beschränkt sein soll. Agassiz hat somit die Grenze zwischen dem entodermalen Epithel des Tentakelgefässes und der rein ektodermalen Tentakelwurzel ganz übersehen; er hat ferner übersehen, dass die Muskeln nur aus dem Mitteltheil, dem „thick ridge“, stammen, die beiden Seitentheile dagegen für die Tentakelaxe völlig bedeutungslos sind, indem sie nur das Epithel liefern; endlich hat er übersehen, dass die Seiten-

fäden selbstständig angelegt werden und erst secundär mit dem Tentakelstamm sich verbinden.

Obwohl der Zeit nach später hat Wagener (34.) einige von Agassiz richtig erkannte Verhältnisse wieder irrthümlich beschrieben. Denn wenn er von Cydippe pileus sagt, dass „die Anfänge der Muskelfasern einen Rand um die ovale Ursprungsfläche (des Tentakels) bilden und dass in Folge dessen „die Muskelprimitivbündel" . einen trichterförmigen mit Wasser gefüllten Raum umschliessen", so ist damit gerade das Gegentheil von dem, was thatsächlich der Fall ist, behauptet, da ja die Muskelfasern nicht aus der Peripherie, sondern aus der Mitte der schildförmigen Tentakelwurzel hervorgehen.

Fol (18.) endlich hat seine Untersuchungen an Objecten angestellt, die für das Studium der Tentakelwurzel wenig geeignet sind, an Cestus, Vexillum und Eurhamphaea; immerhin hat er erkannt, dass die Klebzellen in den Seitentheilen des Organs entstehen. Am Rande sollen kleine isolirte Zellen vorhanden sein, dieselben sollen an Grösse zunehmen und in sich kleinere Tochterzellen erzeugen, welche beim Zerfall der Mutterzellen frei werden und sich zu „Nesselzellen" umbilden. Im Uebrigen ist auch Fol in den Irrthum verfallen, dass die Tentakelgefässe in das Innere der Tentakelwurzel und von da weiter in den Tentakel eindringen.

5. Ueber den Bau der Geschlechtsorgane.

Bei meinen Untersuchungen über die Geschlechtsorgane der Ctenophoren habe ich mich wiederum hauptsächlich an Callianira bialata gehalten und die übrigen Arten nur cursorisch berücksichtigt. Ich wurde hierzu bestimmt, weil Callianiren mir in grossen Mengen und auf verschiedenen Stadien der Entwicklung zu Gebote standen, und weil sich dieselben sowohl für die Beobachtung im frischen Zustand als für die Behandlung mit Reagentien wegen der ihnen eigenthümlichen Lagerung der Geschlechtsorgane ganz besonders eigenen.

Die Geschlechtsorgane von Callianira bialata sind auf die beiden Enden der über die Plättchenreihen beiderseits hinausragenden Rippengefässe beschränkt und fehlen in dem mittleren Theile fast so weit, als die Ruderplättchen reichen. Jedes Organ besteht somit aus einer oberen und einer unteren Hälfte; die obere Hälfte beginnt unter den 2—3 ersten Plättchen, erlangt bald nach ihrem Anfang ihre grösste Mächtigkeit und verschmächtigt sich dann in demselben Maasse, als das Lumen des Rippengefässes

nach dem blinden Ende sich verengert. Aehnlich verhält sich die untere Hälfte, nur mit dem Unterschied, dass hier der breitere Theil nach oben, der schmälere nach abwärts gelegen ist.

Die Geschlechtsproducte nehmen die periphere, dem Ektoderm des Körpers zugewandte Seite des Gefässes ein, wo sie zwei parallel neben einander hinlaufende Streifen erzeugen, von denen der eine männlich (p), der andere weiblich (o) ist (Taf. XVIII, Fig. 1. u. 2); sie vertheilen sich dabei auf die vier Gefässe der beiden Zipfel, in welche das obere Ende der Callianiren gespalten ist, in folgender Weise. Jeder Zipfel hat vier durch den Verlauf der Rippengefässe bezeichnete Kanten und dem entsprechend auch vier Flächen, von denen eine an den Sinneskörper grenzt, eine zweite die Verlängerung der Lateral- oder Tentacularwand des Körpers ist, die dritte und vierte den transversalen Seiten angehören. Die beiden ersten Flächen enthalten nur weibliche, die beiden letzten nur männliche Geschlechtsorgane.

Wenn man den oberhalb des ersten Ruderplättchens gelegenen Theil eines Rippengefässes von der Fläche betrachtet (Taf. XVIII, Fig. 1 u. 2), so findet man den männlichen und den weiblichen Geschlechtsstreifen aus kleineren und grösseren, dicht an einander gedrängten Zellenhaufen gebildet. Beide werden von einander durch eine schmale, stellenweis sogar ganz fehlende Zone blasiger Zellen getrennt. Bei einer Profilansicht gewahrt man ferner, dass sich zwischen die mit Geschlechtszellen beladene Wand des Rippengefässes und das Ektoderm eine breite Gallertschicht einschiebt, in der die für das Mesoderm der Ctenophoren charakteristischen Elemente, besonders Muskelfasern verlaufen. Ausserdem finden sich noch breite zellige Verbindungsstränge (gv), welche sich zwischen den Genitalstreifen und dem Ektoderm ausspannen und an anderen Orten vermisst werden. Die Stränge fehlen sogar in dem sterilen Abschnitt des Rippengefässes, woraus hervorgeht, dass sie in besonderer Beziehung zu den Geschlechtsorganen selbst stehen; sie sind in zwei Längsreihen angeordnet, von denen die eine dem weiblichen, die andere dem männlichen Streifen angehört. Ihren Bau wollen wir gleich im Zusammenhang mit dem feineren Bau der Geschlechtsorgane besprechen, über den man sich nur mit Hülfe von Querschnitten unterrichten kann.

Ein mit reifen oder nahezu reifen Geschlechtsorganen ausgestattetes Rippengefäss ergiebt auf dem Querschnitt eine im Allgemeinen ovale Figur mit einem spaltförmigen Lumen (Taf. XVIII, Fig. 5 u. 8); man hat an ihm vornehmlich zwei an den Enden des

Ovals zusammenstossende und verschieden gebaute Seiten zu unterscheiden. Die eine Seite ist dünnwandig und hat ein Epithel von kleinen platten oder cubischen Zellen; die Wandung der anderen Seite dagegen, welche dem Ektoderm benachbart und von ihm durch die Gallertschicht getrennt ist, besitzt eine ansehnliche Dicke und wird von zwei verschiedenen Zellschichten gebildet, den Zellen des Geschlechtsorgans und den entodermalen Epithelzellen. Die ersteren sind zu zwei Massen zusammengedrängt, von denen die eine weiblich, die andere männlich ist und die in der Mittellinie bald aneinanderschliessen, bald durch einen schmalen von Epithelzellen ausgefüllten Zwischenraum getrennt werden.

In jedem männlichen Geschlechtsorgan existirt ein Spaltraum (gi) oder eine Art von Genitalsinus, der an dickeren Schnitten leicht übersehen werden kann, an dünneren Schnitten aber auch dann noch deutlich wahrgenommen wird, wenn seine Wandungen dicht auf einander liegen. Nicht selten ist er weit ausgedehnt, wie es Figur 8 auf Tafel XVIII wiedergiebt. Die den Spaltraum umgebenden Zellen grenzen auf der einen Seite an die Gallerte und sind hier zu einem dünnen Plattenepithel ausgebreitet, welches auf Querschnitten wie ein schmaler, durch eingelagerte Kerne stellenweise verdickter Saum aussieht. Hat der Schnitt gerade einen der schon oben besprochenen Verbindungsstränge getroffen (Fig. 5 gv), so geht das Epithel unmittelbar in denselben über. Der Verbindungsstrang zeigt eine feinkörnige, schwach faserige Structur und enthält da, wo er sich in das Sinusepithel fortsetzt, einen oder mehrere Kerne, ab und zu auch noch einen Kern in seinem weiteren Verlauf. Er ist entweder bandförmig oder wie ein schmaler Faden beschaffen; er ist stets am breitesten an seinem Anfang am Geschlechtsorgane, von wo aus er sich etwas nach dem Ektoderm hin verschmälert; in letzteres geht er continuirlich über, ohne dass es möglich wäre eine Grenze zwischen den Zellen des Verbindungsstrangs und den Zellen des Ektoderms nachzuweisen. Im Ektoderm wird die Vereinigungsstelle mit dem Strang häufig durch eine kleine Vertiefung bezeichnet.

Während so der Genitalsinus auf der einen Seite von einem Plattenepithel ausgekleidet wird, welches mit dem Ektoderm durch den Zellstrang zusammenhängt, besteht seine Wandung auf der anderen Seite aus den männlichen Geschlechtszellen. Dieselben sind zu dicken Zapfen angeordnet, die vom Sinus aus in das entodermale Epithel hervorragen und hier meist ganz nahe dem Lumen des Rippengefässes abgerundet wie junge Drüsengänge aufhören.

Da sich Zellengrenzen in den Zapfen nicht nachweisen lassen, sieht es aus, als ob die gesammte Masse Nichts als ein Aggregat dichtgedrängter Kerne sei, die durch wenig Protoplasma unter einander verbunden werden. Je mehr die Geschlechtsorgane reifen, um so kleiner und dichter gedrängt werden die Kerne, bis man endlich Haufen von reifen Spermatozoen vor sich hat, deren Köpfe in langen Reihen hinter einander gestellt sind, während die dazu gehörigen Schwänze dazwischen liegen und faserige Streifen erzeugen.

In den weiblichen Geschlechtsorganen fehlt der Genitalsinus. Wenn wir von den auch hier vorhandenen Verbindungssträngen ausgehen, so gelangen wir zunächst zu einer Zellenmasse, deren Protoplasma von Vacuolen dicht erfüllt ist, und deren Kerne hier und da zwischen den Vacuolen zerstreut sind. In ähnlicher Weise wie wir es von den Spermatozoen gesehen haben, sind die jüngsten Eikeime als dicke Zapfen in das Entoderm hinein vorgeschoben, im Uebrigen aber deutlich von einander abgegrenzt. Reife Eier habe ich auf Querschnitten nicht angetroffen. Der Mangel des Genitalsinus erklärt sich jedenfalls aus der Anwesenheit der blasigen Zellen, welche den sonst vom Sinus eingenommenen Raum ausfüllen.

Die männlichen und weiblichen Geschlechtsproducte werden von dem Lumen des Rippengefässes durch eine einfache Schicht von Epithelzellen getrennt, welche die Spalten zwischen den Strängen und Zapfen, namentlich den tiefen Einschnitt zwischen dem Hoden und dem Ovar so vollständig ausfüllen und ausgleichen, dass die Contour der Epitheloberfläche glatt über alle Unebenheiten hinwegläuft. Die einzelnen Zellen müssen daher von sehr verschiedener Gestalt sein, die in der Mitte gelegenen sind lange Cylinder, namentlich wenn Hoden und Ovar durch einen Zwischenraum getrennt werden und nicht auf einander stossen, von hier aus werden die Zellen nach beiden Seiten hin kürzer und zugleich breiter. Ihr Protoplasma ist im Allgemeinen solid und nur selten von Vacuolen durchsetzt, ihre Kerne sind ausserordentlich gross und übertreffen in dieser Hinsicht sogar die Keimbläschen der jüngeren Eier. Allmählich werden die beschriebenen Zellen kleiner und gehen in das platte Epithel der sterilen Seite über, welches unmittelbar an die Gallerte angrenzt.

Die Geschlechtsorgane und das Epithel des Rippengefässes setzen sich scharf und deutlich gegen einander ab, wenn sie auch nicht durch eine Membran getrennt werden. Eine scharfe Contour, welche auf die Gegenwart einer Stützlamelle bezogen werden könnte,

findet sich dagegen zwischen der Gallerte einerseits und den Geschlechtsorganen und dem Rippengefäss andererseits; sie setzt sich auf den Verbindungsstrang fort und geht weiter in die scharfe Linie zwischen dem ektodermalen Epithel und der Gallerte über.

Bei jüngeren Callianiren, welche noch nicht ihre definitive Grösse erreicht hatten, waren die Geschlechtsorgane wenig entwickelt und liessen noch nicht die Unterschiede von Ovarien und Hoden erkennen; von der Fläche betrachtet bildeten sie über dem Epithel des Rippengefässes zwei Streifen eines kleinzelligen Gewebes; auf Querschnitten untersucht (Taf. XVIII, Fig. 10) ergaben sie folgendes Bild. Die epitheliale Auskleidung des Rippengefässes bestand auf der einen Seite wie auch sonst aus cubischen Zellen, auf der anderen Seite dagegen aus einer dicken Schicht grosser Cylinderzellen. In die Basis dieser Cylinderzellen gleichsam von aussen hineingepresst und zwischen sie und die Gallerte eingeschoben fanden sich beiderseits die Anlagen der Geschlechtsorgane, zwei vom Entoderm scharf abgegrenzte Haufen kleiner Zellen. Die Zellen waren alle von derselben Grösse und Beschaffenheit und lagen meist nur in zwei Schichten, von denen die eine an die Gallerte, die andere an die Epithelzellen angrenzte. Ein Genitalsinus war entweder gar nicht nachweisbar oder doch nur als ein schmaler Spalt, dagegen hingen die Zellenhaufen der Geschlechtsorgane beiderseits — auf dem in Figur 10 abgebildeten Schnitt ist es nur auf einer Seite zu sehen — vermöge der Verbindungsstränge mit dem Ektoderm zusammen.

Bei noch jüngeren Thieren, deren Längsdurchmesser etwa 0,5 Ctm. betrug und bei denen die zwei für die Callianiren charakteristischen Zipfel kaum ihrer ersten Anlage nach vorhanden waren, fehlten die Geschlechtsorgane gänzlich und mit ihnen auch die Verbindungsstränge.

Alle Callianiren, bei denen die Geschlechtsorgane, sei es in ihrer ersten Anlage, sei es im entwickelten Zustand angetroffen werden, sind zugleich auch ausgerüstet mit eigenthümlichen Gebilden, welche in ihrem Vorkommen auf die Nachbarschaft der Geschlechtsorgane beschränkt sind und von mir mit der Entwicklung derselben in Zusammenhang gebracht werden. Es sind kleine Säckchen, die sich vom Ektoderm aus in die Gallerte einsenken und bei jedem Rippengefäss zu mehreren hinter einander in einer einzigen Längsreihe gestellt sind. Ihre Anzahl an dem Rippengefäss beträgt höchstens 8, ist aber im Allgemeinen sehr incon-

stant und nicht einmal an den Rippengefässen desselben Thieres die gleiche.

So wechselnd die Zahl, so constant ist die Lagerung der Säckchen; sie finden sich stets zur Seite der weiblichen Geschlechtsstreifen, genau über dem Rand des Rippengefässes, wenn man ein Flächenpräparat betrachtet (Taf. XVIII, Fig. 2 gs); dagegen werden sie ebenso regelmässig auf der anderen von den männlichen Geschlechtsorganen eingenommenen Seite vermisst. Ferner habe ich sie nur an dem oberhalb der Plättchenreihe gelegenen Theil der Geschlechtsorgane angetroffen und hier wiederum nur an dem unteren Abschnitt. Die von ihnen gebildete Längsreihe beginnt dicht oberhalb der Flimmerrinne, welche in transversaler Richtung vom Sinneskörper zu den Ruderplättchen hinzieht, und hört schon in geringer Entfernung von ihr auf.

In seiner ersten Anlage (Taf. XVIII, Fig. 1) ist das Säckchen nichts als eine kleine grubenförmige Vertiefung des Ektoderms, deren Epithel ansehnlich verdickt ist und vom Rippengefäss durch eine breite Gallertschicht getrennt wird (Fig. 4); später wenn es grösser wird, reicht es an das Rippengefäss heran, so dass sich Epithel mit Epithel berührt (Fig. 8). Zugleich hat sich das Säckchen vom Ektoderm etwas zu einem flaschenförmigen Körper abgeschnürt, der mittelst seines halsartig ausgezogenen hohlen Anfangsstückes mit dem Ektoderm in Verbindung bleibt, in seinem hinteren Abschnitt dagegen sich besonders in der Längsrichtung des Körpers bauchig erweitert. Nach wie vor ist das Säckchen von einem hohen Cylinderepithel ausgekleidet, welches innerhalb des Halses sich allmählich in das ektodermale cubische oder stark abgeplattete Epithel umwandelt und nicht selten in ganzer Ausdehnung vacuolisirt ist.

Die im ganzen Ektoderm der Callianira bald mehr bald minder reichlichen Wimpern sind auch in den Säckchen und hier sogar in besonders grosser Anzahl vorhanden.

Der Bau und die Lagerung der Säckchen lassen sich sehr schön auf Querschnitten untersuchen; Figur 8 zeigt ein weit entwickeltes Säckchen, welches, neben dem weiblichen Geschlechtsstreifen gelegen, auf der Körperoberfläche frei mündet, mit seinem blinden Ende dagegen das Rippengefäss erreicht. Ein jüngeres Entwicklungsstadium ist in Figur 4 abgebildet.

In den geschilderten Säckchen erblicke ich die ersten Anlagen der Geschlechtsorgane; ich nehme an, dass das Epithel am Grund des Säckchens sich in Sexualzellen umwandelt, dass der

Hohlraum des Säckchens bei den Hoden zum Genitalsinus wird, bei den Ovarien obliterirt, dass endlich der Verbindungscanal sich schliesst und dadurch sich zu einem Verbindungsstrange gestaltet. In weiterer Consequenz nehme ich an, dass die Geschlechtsorgane der Callianira aus dem Ektoderm stammen. Für die vertretene Auffassung lassen sich vielerlei Gründe geltend machen.

Was zunächst im Allgemeinen die Ableitung der Geschlechtsproducte aus dem Ektoderm anlangt, so kann dieselbe schon aus den fertigen Verhältnissen erschlossen werden. Wir haben in den Geschlechtsorganen der Callianiren, besonders deutlich bei männlichen Thieren zwei Epithelschichten und dazwischen die Geschlechtsproducte (Fig. 5). Die eine Epithelschicht (en) ist entodermal und kleidet das Rippengefäss aus, die andere dagegen (ge) kann wohl nur als ektodermal angesehen werden, da sie ja mit dem Ektoderm durch den Verbindungsstrang in Continuität steht. Mit einer dieser beiden Epithelschichten müssen die Geschlechtszellen genetisch zusammenhängen; hier spricht nun Alles zu Gunsten der ektodermalen und gegen die entodermale Schicht. Schon die Existenz der ersteren sowie des Verbindungsstrangs ist nur verständlich, wenn wir beide mit der Entwicklung der Geschlechtsorgane in Beziehung bringen. Ferner ist die Lage der Spermatoblasten und der ektodermalen Epithelzellen im Umkreis des Genitalsinus eine derartige, dass beide die verschiedenartig differenzirten Abschnitte einer einheitlichen Epithelschicht darstellen, während die Entodermzellen umgekehrt eine zusammengehörige Lage um das Rippengefäss bilden. Endlich muss die Art des Wachsthums der Geschlechtsorgane hervorgehoben werden. Dieselben wachsen, wie ein vergleichender Ueberblick über die Figuren lehrt, mit abgerundetem Zapfen von aussen in die Entodermzellen hinein; würden sie von letzteren aus erzeugt werden, so müsste gerade eine entgegengesetzte Wachsthumsrichtung erwartet werden.

Wenn alle diese Erwägungen einen ektodermalen Ursprung der Geschlechtsorgane in sehr hohem Grade wahrscheinlich machen, so fragt es sich weiter, ob die vom äusseren Epithel des Körpers eingestülpten Säckchen als Stadien, welche uns einen Einblick in die Entwicklungsweise erlauben, gedeutet werden können. In der That stimmen die Säckchen mit den Genitalsäckchen in vielen wichtigen Punkten überein; wie diese sind sie in einer Reihe über einander angeordnet, wie diese legen sie sich an das Epithel der Rippengefässe an, wie diese umschliessen sie einen Hohlraum, nur dass derselbe bei ihnen durch einen Canal nach

aussen mündet, während er dort geschlossen ist und sich nicht in den Verbindungsstrang hinein fortsetzt. Allein es wäre leicht verständlich, dass eine ursprünglich vorhandene Communication später verloren gegangen sei.

Andererseits will ich auch nicht die Punkte übergehen, welche in mir immer wieder Bedenken wachgerufen haben, ob nicht doch die Säckchen Organe eigener Art, vielleicht Sinnesorgane sein könnten. Auffallend ist, dass die Säckchen nicht in einer Linie mit den Verbindungssträngen liegen, sondern etwas abseits von ihnen, dass sie nur auf Seite der weiblichen Geschlechtsstreifen vorhanden sind, auf der anderen Seite der Rippengefässe dagegen fehlen. Um diese Verhältnisse zu erklären müsste man annehmen, dass die Anlagen der Geschlechtsproducte erst secundär an ihren definitiven Punkt überwandern, die weiblichen, indem sie eine geringfügige Verschiebung zur Seite zu erleiden hätten, die männlichen dagegen, indem sie das Rippengefäss kreuzten und auf die entgegengesetzte Seite hinüberträten. Ein weiterer erheblicher Einwurf ist darin gegeben, dass ich an den Hälften der Geschlechtsorgane, welche am unteren Ende der Plättchenreihen beginnen, keine Säckchen habe auffinden können. Freilich ist damit nichts darüber entschieden, ob sie hier überhaupt nicht vorkommen, da es ja immer möglich wäre, dass sie nur kurze Zeit existiren und rasch sich zu fertigen Geschlechtsorganen umwandeln. Im letztern Falle würden sie sich leicht der Beobachtung entziehen.

Um die bei den Callianiren gewonnene Auffassung von dem Bau und der Entwicklung der Geschlechtsorgane noch weiter sicher zu stellen, habe ich auch andere Ctenophoren untersucht, wobei ich mich leider auf Cydippe hormiphora, Euplocamis Stationis und Beroë ovatus beschränken musste, da mir von den übrigen Ctenophoren kein geeignetes Material zu Gebote stand.

Bei Cydippe hormiphora (Taf. XVIII, Fig. 6) sind die Rippengefässe, so weit als sie unter den Plättchenreihen verlaufen, mit Geschlechtsorganen ausgestattet, welche im Wesentlichen den soeben von Callianira beschriebenen Bau erkennen lassen. In das verdickte Epithel der peripheren Wand des Gefässes sind auf der einen Seite die weiblichen, auf der anderen die männlichen Geschlechtsorgane eingebettet. In letzteren weist man mit Hilfe von Querschnitten einen Genitalsinus nach, welcher nach dem Lumen des Rippengefässes zu von der Masse der Genitalzellen begrenzt, von der Gallerte durch ein Häutchen platter Epithelzellen getrennt wird. Das Epithelhäutchen setzt sich in einen bis an

das Ektoderm reichenden Zellenstrang fort (Fig. 6). Mir schien es, dass in dem Raum zwischen zwei auf einander folgenden Plättchen jedesmal nur zwei Verbindungsstränge vorhanden sind, von welchen der eine für die männlichen, der andere für die weiblichen Organe bestimmt ist.

Die für Cydippe hormiphora gegebene Beschreibung lässt sich ohne Weiteres auch auf Euplocamis Stationis übertragen, bei welcher ich sowohl den Genitalsinus als auch die Verbindungsstränge mit dem Ektoderm habe beobachten können.

Bei den von mir eingelegten Beroiden waren leider die Geschlechtsorgane nicht in zufriedenstellender Weise conservirt, weil sie für Reagentien schwer zugänglich sind. Wie bei Cydippe liegen sie vornehmlich unter den Plättchenreihen; da nun die Thiere, mit Reagentien in Berührung gebracht, sich heftig contrahiren und die Plättchenreihen zurückziehen, so entstehen auf der Körperoberfläche tiefe Furchen, welche durch die seitlich sich hervorwölbenden Gallertmassen geschlossen werden. Erst unterhalb dieser Furchen, von der Oberfläche weit entfernt, finden sich die Geschlechtsorgane.

Die Rippengefässe der Beroiden (Taf. XVIII, Fig. 3) haben eine ansehnliche Breite, welche noch durch kleine blinde seitliche Aussackungen vergrössert wird. Sie werden von einem blasigen Epithel ausgekleidet, das im Allgemeinen von bedeutender Höhe ist und sich auch nicht auf der nach der Körperaxe zu gelegenen Seite abflacht. Die Zellen enthalten kleine unregelmässig zwischen die Vacuolen zerstreute Kerne und bedecken ausser den sogleich noch zu besprechenden Geschlechtsorganen mehrere Schichten rundlicher Zellen, welche bei den übrigen Ctenophoren nicht beobachtet werden und in keiner Beziehung zur Entwicklung der Geschlechtsproducte stehen.

Die Geschlechtsorgane, welche am oberen Ende der Plättchenreihen beginnen und nach abwärts weit über sie hinausragen, nehmen nur die seitlichen Wände der Rippengefässe ein, so dass die männlichen und weiblichen Hälften durch einen breiten Zwischenraum von einander getrennt werden. Beiderlei Geschlechtsproducte bilden, wie Längsschnitte lehren, continuirliche Massen. Die männlichen bestehen aus rundlichen Spermatoblasten, die eine dicke an die Gallerte grenzende Lage zusammensetzen; von dieser Lage aus ragen Zapfen und Stränge von Spermatoblasten in das Entodermepithel hinein und wölben dasselbe vor sich hervor. Ein Genitalsinus und ein besonderes Sinusepithel waren nicht erkennbar,

ebenso wenig habe ich eine zellige Verbindung mit dem Ektoderm, einen Verbindungsstrang, auffinden können, obwohl ich durch verschiedene Strecken der Geschlechtsorgane Schnittserien gelegt habe. Bei den Ovarien, bei welchen mir der Nachweis von Verbindungssträngen gleichfalls nicht geglückt ist, machen es anderweitige Verhältnisse wahrscheinlich, dass ein Zusammenhang mit dem Ektoderm entweder dauernd besteht und im vorliegenden Falle nur vielleicht in Folge ungenügender Conservirung nicht erkennbar war, oder dass ein solcher Zusammenhang während der Entwicklung existirt und später aufgegeben wird. Unter den Zellen des Ovars sind nämlich einige ganz vollgepfropft von rundlichen concrementartigen Körperchen, welche in Carmin sich intensiv färben. Solche Zellen sind nirgends im Entoderm nachweisbar, dagegen werden sie in allen ektodermalen Epithelstrecken angetroffen, einmal in der Epidermis und zweitens im Epithel des Magens, welches nach seiner Entwicklung bekanntlich ebenfalls zum Ektoderm gehört.

Die genannten Körnerzellen (Taf. XVIII, Fig. 3 u. 7) bilden die Axe des Ovarialstreifens und sind bis auf eine schmale Stelle, wo sie an die Gallerte grenzen, von kleineren und grösseren Eizellen ganz umlagert; letztere wiederum sind durch eine dünne Schicht Entodermzellen vom Lumen der Rippengefässe geschieden.

Literatur. Da die Geschlechtsorgane der Ctenophoren auch beim geschlechtsreifen Thier wenig in die Augen fallen, so sind sie von allen älteren Forschern übersehen worden. Patterson (32. p. 34) und Eschscholtz (17. p. 17) geben ausdrücklich an, dass sie vergebens nach ihnen gesucht hätten; Mertens (31. p. 485) und M. Edwards (12. p. 202) haben anderweitige Organe als die Bildungsstätten der Geschlechtsproducte gedeutet, ersterer die Zellenhaufen der Tentakelwurzel, welche er freilich mit Vorbehalt als Ovarien betrachtete, letzterer die Leberstreifen, welche bei Lesueuria vitrea in der Längsrichtung des Magens verlaufen und, wie es scheint, auch von Grant (22.) bei den Cydippen eine gleiche Beurtheilung erfahren haben. Indessen hatte M. Edwards selbst bei der Beschreibung von Beroë im Anschluss an delle Chiaje, welcher zuerst den Sitz der Geschlechtsorgane in die Gegend der Rippengefässe verlegte, mit Recht die Vermuthung geäussert, dass die blindsackförmigen Divertikel der Rippengefässe dieser Ctenophore die Träger der Geschlechtsorgane seien.

Ein wichtiger Fortschritt wurde durch Krohn (29. p. 52) herbeigeführt; derselbe berichtete über die Anwesenheit von Sper-

matozoen bei Cydippen, bei denen sie neben den Ovarien zu jeder Seite der 8 Wimperkämme einen weissen Streifen bilden sollten, und folgerte aus diesen Befunden, dass die Ctenophoren wohl hermaphrodit sein möchten, ein Satz, welcher seine Bestätigung jedoch erst durch Will erfahren hat. Will (35. p. 39) gab eine vollkommen richtige Darstellung von der Art, in welcher sich die Geschlechtsorgane auf die Rippengefässe vertheilen, doch beging er insofern einen Irrthum, als er die Hodenbläschen und Eihaufen mit besonderen Oviducten im Zusammenhang stehen lässt, von denen er annimmt, dass sie am anderen Pole des Thieres nach aussen münden.

In seinen ersten Veröffentlichungen war L. Agassiz (3. p. 349 u. p. 365) nicht in der Lage, über die Beschaffenheit der Geschlechtsorgane bei Ctenophoren Mittheilungen zu machen; später fand er sie in der von Will angegebenen Weise bei Bolina alata (4. p. 267) und Idyia roseola (4. p. 279). Von letzterer Ctenophore gab er eine genaue Schilderung (4. p. 284), in welcher er hervorhob, dass die Eier und Spermatozoen in Aussackungen der Rippengefässe entstehen und von hier direct in den coelenterischen Apparat gelangen. Inzwischen hatten übrigens auch Kölliker (25. p. 316) und Gegenbaur (21. p. 184) die Darstellung Will's in den wichtigsten Punkten bestätigt. Nach Kölliker, welcher Owenia, Cydippe, Eschscholtzia cordata und Cestus Veneris untersuchte, bilden die Geschlechtsorgane unter den 8 Rippen zwischen den Schwimmplättchen und dem Ernährungsgefäss kleine Schläuche, welche überall gleich weit sind und vorn und hinten blind endigen. Abweichend von Kölliker beschrieb Gegenbaur — er bezieht sich dabei auf Owenia und Cydippe — die Geschlechtsorgane als Kapseln, welche nach innen von dem Lumen der Rippengefässe gegen die Leibesachse des Thieres zu liegen. Uebereinstimmend stellten beide Forscher die Existenz besonderer Oviducte und Samenleiter in Abrede.

Die etwas modificirte Anordnungsweise der Geschlechtsorgane bei der Cestide Vexillum parallelum wurde durch Fol (18. p. 7) nachgewiesen. Nur die 4 am oberen Rand verlaufenden Gefässe bringen Geschlechtsproducte zur Entwicklung und zwar als 3—5 Paare spindelförmige Geschlechtssäckchen an jedem der Gefässe. Dabei fiel es Fol auf, dass die reifen Spermatozoen dem Lumen der Gefässe abgewandt, die Spermatoblasten dagegen demselben zugewandt sind.

Unter den neueren Arbeiten habe ich hier nur die kurzen

Bemerkungen Chun's zu berücksichtigen, welcher über die Lage der Geschlechtsorgane bei Haeckelia rubra (7. p. 196), Deïopea Kaloktenota (7. p. 204), Charistephana fugiens (7. p. 197) und anderen Ctenophoren Mittheilungen machte, und ferner sich mit Bestimmtheit für die Ableitung der Geschlechtsproducte vom Entoderm aussprach. In letzterer Hinsicht ist Claus (11. p. 299) ihm nicht gefolgt, indem er eine ektodermale Ableitung für wahrscheinlicher erklärte.

II. Das Mesoderm.

Das Mesoderm, welches die Hauptmasse des Ctenophorenkörpers bildet, ist eine Gallerte, welche bei Callianira, Eucharis, Euplocamis und Cydippe sehr weich ist, während sie bei den Cestiden und Beroiden eine etwas grössere Consistenz erreicht; sie verdichtet sich etwas nach den vom Epithel bedeckten Flächen zu, ohne dass jedoch eine Stützlamelle entstände, die sich, sei es an dem Magen und den Gastrovascularcanälen, sei es unter der Epidermis, als ein besonderes Häutchen wie bei den Medusen abstreifen liesse. An und für sich vollkommen structurlos und wasserklar, enthält sie zahlreiche verschiedenartig differenzirte Zellenelemente, bei deren Deutungen die Ansichten der Forscher sehr auseinandergehen. Da die einzelnen Arten hierbei nicht unwesentliche Verschiedenheiten zeigen, so halte ich eine getrennte Besprechung für zweckmässig und beginne mit Beroë ovatus, weil diese Ctenophore in letzter Zeit am häufigsten zum Gegenstand histologischer Untersuchungen gemacht worden ist und in der That auch in mehrfacher Hinsicht vor den übrigen Vortheile bietet.

1. Beroë ovatus.

In der Gallerte von Beroë ovatus habe ich dreierlei verschiedene Elemente beobachtet: 1. Muskelfasern, 2. Nervenfasern und 3. Bindegewebskörperchen. Dieselben sind in ihren extremen Formen leicht aus einander zu halten, doch wird ihre Unterscheidung nicht selten dadurch erschwert, dass dazwischen Elemente vorkommen, welche, offenbar in Entwicklung begriffen, ihren histologischen Charakter noch nicht zu klarer Ausprägung gebracht haben.

Die Muskelfasern verlaufen als lange cylindrische Stränge isolirt in der Gallerte, ohne je zu Muskelbündeln vereint zu sein, und lassen sich nach ihrer Anordnung in drei Gruppen bringen: 1. radiale, 2. circuläre, 3. longitudinale Muskeln. Die radialen

Muskelfasern beginnen an der Oberfläche des Körpers und enden, nachdem sie senkrecht zur Längsaxe des Thieres die Gallerte durchsetzt haben, am Magen oder dem in der Verlängerung des Magens gelegenen Trichter. Die circulären Muskelfasern sind vornehmlich auf den Umkreis des Magens beschränkt und liegen als eine sehr ansehnliche Schicht unter den longitudinalen Muskelfasern, welche oben schon beschrieben worden sind, weil sie dem den Magen auskleidenden Ektoderm angehören. Am Mundrand hört die Schicht auf, ohne zu einem besonderen Sphinkter sich zu verdicken, auf der anderen Seite dagegen setzt sie sich auf den Trichter fort, von dessen Epithel sie durch eine dünne muskelfreie Gallertschicht getrennt wird; sie erreicht sogar in dieser Gegend die grösste Mächtigkeit. Ausserdem kommen noch circuläre Muskelfasern, wenn auch in geringerer Zahl, unter der Körperoberfläche vor, während die mittlere Gallertschicht zwischen der Körperoberfläche und dem Magen circuläre Elemente vollkommen vermissen lässt. Ein geradezu entgegengesetztes Verhalten in ihrer Verbreitung zeigen die longitudinalen Muskelfasern, indem sie auf der Magenseite, wo sie durch die gleichgerichtete ektodermale Muskulatur überflüssig werden, so gut wie ganz fehlen, dagegen auf der Körperoberfläche sehr reichlich sind. Am letztgenannten Ort sind sie in einer Lage angeordnet, welche in einiger Entfernung vom Körperepithel verläuft. So kömmt nach aussen von ihnen eine dünne Gallertschicht zu Stande, welche allein von den Enden der radialen Muskeln durchbohrt wird. Die longitudinalen Muskeln sind nur in den Zwischenräumen zwischen je zwei Meridianstreifen vorhanden und werden durch letztere somit in 8 Muskelfelder abgetheilt.

Die Länge der Muskelfasern wird bei dem radialen System durch die Dicke der Körperwand bestimmt und ist derselben entsprechend nicht sehr bedeutend. Es fällt daher gar nicht schwer radiale Muskelfasern in ganzer Länge wohlbehalten bis an beide Enden zu isoliren. Anders die longitudinalen und circulären Muskelfasern! Bei diesen ist es mir kein einziges Mal gelungen die beiden Enden derselben Faser zu Gesicht zu bekommen, obwohl ich manche von ihnen etwa 1″ lang verfolgt habe. Ueberhaupt ist es hier schwieriger die Endigungsweise zu ermitteln.

Jede Muskelfaser (Taf. XX, Fig. 6 u. 9) besteht 1. aus der Axensubstanz, 2. der Rindensubstanz und 3. dem Sarkolemm. Die Axensubstanz nimmt manchmal etwa ein Drittel des Querdurchmessers der Muskelfaser für sich in Anspruch, kann aber

auch so spärlich werden, dass sie nur noch ein dünnes Fädchen ist. Sie ist feinkörnig und muss als der Rest, welcher von dem Protoplasma der Bildungszellen übrig geblieben ist, gedeutet werden. Demgemäss enthält sie auch die ovalen langgestreckten Muskelkerne, welche stets in grosser Zahl in einer Faser vorkommen und entweder zu mehreren nahe bei einander liegen oder einzeln durch grosse Zwischenräume von einander getrennt werden.

Die Rindensubstanz oder, wie wir sie gleich nennen können, die contractile Substanz ist eine wachsartig glänzende Masse, welche sowohl im frischen Zustand als auch nach Behandlung mit den meisten Reagentien nahezu homogen aussieht oder eine feine Längsstreifung besitzt, als wäre sie aus feinsten Fibrillen zusammengesetzt. Indessen ist es mir nie geglückt, sie in Fibrillen zu zerfasern. Eine Querstreifung ist nicht vorhanden, obwohl ab und zu durch Faltungen des Sarkolemms der Anschein einer derartigen Structur hervorgerufen wird. Bei der Anwendung von Osmiumsäure bräunt sich die contractile Masse, auch färbt sie sich mit Carmin und Haematoxylin in intensiver Weise; von der Axensubstanz ist sie durch eine scharfe Linie getrennt. Bei der Contraction verdickt sie sich und schwillt dabei nicht selten stellenweise zu spindelförmigen Auftreibungen an; auch findet man sie ab und zu — wahrscheinlich in Folge von sehr heftigen, durch das tödtende Reagens verursachten Contractionen — in Stücke zerrissen, wobei die Axensubstanz in Mitleidenschaft gezogen ist; die Muskelfaser ist dann in lauter hinter einander gereihte kolbige rundliche oder spindelförmige, verquollen aussehende Stücke zerfallen.

Das Sarkolemma endlich ist bei allen mit Reagentien behandelten Thieren überaus deutlich, namentlich wenn es, was nicht selten geschieht, durch die Einwirkung macerirender Reagentien von der Rindensubstanz abgehoben worden ist. Es erscheint doppelt contourirt und bei stark contrahirten Muskeln in quere Falten gelegt, welche in so regelmässigen Intervallen auf einander folgen können, dass man leicht verführt wird die Muskelsubstanz für quergestreift zu halten (Fig. 6β).

Ferner ist das Sarkolemm fein längsstreifig, was jedoch seinen Grund nicht in einer Faltung, sondern in einer faserigen Structur der Membran hat. Denn bei der Untersuchung der Muskelfaser auf dem Querschnitt (Taf. XX, Fig. 9α) bildet das Sarkolemm einen körnigen Ring zwischen Gallerte und Muskelsubstanz; auch bleibt die feine Längsstreifung bestehen, wenn das Sarkolemm durch Diffusion vom Muskel abgehoben und stark aufgebläht

wird. Histologisch ist das Sarkolemm nur eine Erhärtung und Verdichtung der benachbarten Gallerte, weshalb denn auch keine besonderen Sarkolemmkerne nachweisbar sind.

Während soweit alle Muskeln übereinstimmend gebaut sind, unterscheiden sich die longitudinalen und circulären Fasern von den radialen durch die Beschaffenheit der Enden; jene verjüngen sich allmählich und laufen in eine feine Spitze aus, die noch in dem weicheren Theil der Gallerte eingeschlossen ist; diese dagegen besitzen verästelte Enden und befestigen sich mit den feinen Ausläufern in der resistenteren unmittelbar auf das Epithel folgenden Oberflächenschicht der Gallerte. Die Verästelung ist bei allen radialen Muskelfasern etwas anders auf der peripheren Seite, welche an die Epidermis anstösst, als auf der centralen, dem Magen zugewandten Seite, so dass es möglich ist an einer völlig isolirten Muskelfaser zu bestimmen, in welcher Weise sie im Körper der Beroë orientirt war. Das centrale Ende (Taf. XX, Fig. 14) verästelt sich ziemlich regelmässig dichotomisch 6—10 Mal hinter einander, wodurch Büsche von etwa 50—100 Endausläufern gebildet werden; die Zahl würde noch beträchtlicher sein, wenn nicht einige Theiläste bei der Verästelung hinter den übrigen zurückblieben, und zwar gilt dies besonders von den mehr nach dem Inneren des Busches zu gelegenen. Mit jeder Theilung wird die Muskelfaser feiner, bis sie endlich mit sehr dünnen in eine haarscharfe Spitze auslaufenden Fädchen endet; zugleich verändert sie ihr Aussehen, insofern es nicht mehr möglich ist, Sarkolemm, Axen- und Rindensubstanz zu unterscheiden. Die Kerne finden sich vornehmlich in den Winkeln der Gabelung, in denen sich schwimmhautartig eine dünne Brücke einer feinkörnigen wahrscheinlich protoplasmatischen Substanz ausbreitet; in dieser Schwimmhaut liegt entweder eine ganze Anzahl von Kernen oder auch nur ein einziger, oder endlich es wird ein Kern ganz vermisst.

Alle Theilungen erfolgen unter einem sehr spitzen Winkel und in alternirenden Ebenen, so dass eine jede Theilungsebene senkrecht steht zur vorhergehenden und zur nächst folgenden. Dadurch wird es bedingt, dass die Endausläufer einer Muskelfaser sich ziemlich gleichmässig vertheilt an der Gallertoberfläche befestigen und in ihrer Gesammtheit eine etwa kegelförmige Figur veranlassen. Isolirt und aus der Gallerte herausgezogen sieht das Muskelende wie ein Besenreis aus.

Das periphere Muskelende (Taf. XX, Fig. 13) ist zwar nach demselben Princip gebaut, unterscheidet sich aber durch die ge-

ringere Zahl seiner Ausläufer. Auch sind die Theilungen nicht so regelmässig, ihre Winkel sind nicht spitz, sondern nahezu einem Rechten gleich. Da die ganze Verästelung in Folge dessen sperriger wird, so gewinnt das periphere Ende der Muskelfaser ein hirschgeweihartiges Aussehen.

Den radialen Muskelfasern in vieler Beziehung ähnlich sind die Elemente, welche ich als Nervenfasern deute, feine Fädchen, welche isolirt in der Gallerte verlaufen und sich auf grosse Strecken hin verfolgen lassen; sie scheinen ebenfalls wie die radialen Muskeln nur an epithelialen Flächen zu enden, indem sie sich allmählich, jedoch in unregelmässiger Weise, verästeln; je nach der Behandlung mit Reagentien ergeben sie ein verschiedenes Bild. Mit Osmium-Essigsäure macerirt (Taf. XX, Fig. 1 α, Fig 5 u. 10) sind sie homogene Fäden, welche von Zeit zu Zeit anschwellen und einen Kern eingebettet erhalten; an Orten wo die Osmiumsäure nur langsam eingedrungen war und die schneller zur Wirkung gelangende Essigsäure allein ihren conservirenden Einfluss geltend gemacht hatte, zeigten sie Varicositäten (Taf. XX, Fig. 1 β). Wenn nun auch dieselben nicht als etwas den Nerven Eigenthümliches angesehen werden dürfen, so lassen sie doch erkennen, dass die Fäden aus einer weichen Substanz bestehen, welche bei der Gerinnung leicht Quellungserscheinungen giebt; und in diesem Sinne können die Varicositäten hier wie auch sonst zu Gunsten der Ansicht verwerthet werden, dass die mit ihnen behafteten Fäden dem Nervensystem zugehören. Die Fäden werden von einer zarten Membran, einer Nervenscheide, umhüllt, welche jedoch nur da sichtbar ist, wo sie durch Einwirkung der Reagentien blasenartig von dem Faden abgehoben ist.

Bei Thieren, welche nur mit Osmiumsäure behandelt und darauf zur weiteren Erhärtung in Spiritus conservirt oder welche der Behandlung mit Kleinenbergs Picrinschwefelsäure unterworfen worden waren, sind die in Rede stehenden Fäserchen viel schärfer contourirt. In Folge der Schrumpfung der Gallerte und noch mehr vielleicht in Folge der Contraction der Muskeln halten sie einen vielfach gewundenen Verlauf ein. Beides bringt es mit sich, dass die Fädchen eine grosse Aehnlichkeit mit den elastischen Fasern gewinnen, welche im Körper der Medusen beobachtet werden; immerhin unterscheiden sie sich von denselben auch dann noch durch den Besitz von Kernen, welche in ihren Verlauf eingeschaltet sind.

Ein weiterer Vortheil der erhärtenden Reagentien besteht

darin, dass man durch sie auf Verschiedenheiten in der Dicke der Nervenfädchen aufmerksam wird. Einerseits sind dieselben so dünn, dass sie nur wie Linien aussehen, andererseits erreichen sie eine deutlich messbare Dicke. Endlich kann man auch Querschnitte (Tafel XX, Figur 9 β) anfertigen und erhält dann kleine Kreise, in denen eine deutliche Umhüllung, ein Neurilemm, von einem Inhalt zu unterscheiden ist. Letzterer ist bald punktförmig, wenn die Nervenfaser selbst vom Schnitt getroffen wurde, ansehnlich dagegen, wenn gerade ein Kern in der Schnittebene lag.

Die beschriebenen Fäserchen verbinden sich sowohl unter einander als auch mit den Muskeln in mannichfachster Weise (Taf. XX, Fig. 1 u. 5). Zwei sich kreuzende oder dicht an einander vorübergehende Fäserchen können sich hierbei an einander legen und mittelst einer schwimmhautartigen Brücke verschmelzen; oder die Brücke zieht sich zu einem längeren Fädchen aus, welches auch bei grösseren Entfernungen eine Verbindung herstellt. Wenn mehrere benachbarte Fäden in Wechselbeziehung treten, so kann manchmal ein kleines Geflecht entstehen. Weitere Verschiedenheiten werden durch das Verhalten der Kerne herbeigeführt, wobei drei Fälle möglich und auch alle drei thatsächlich nachweisbar sind. Beide Fäserchen können da, wo sie sich vereinigen, mit je einem Kerne versehen sein, es können beide kernlos sein und endlich kann nur eines einen Kern besitzen.

Aehnliche Verhältnisse wiederholen sich bei der Verbindung von Muskel und Nerv. Das gewöhnliche Vorkommen ist, dass der Nerv senkrecht zur Richtung der Muskelfaser verläuft und an der Stelle, wo er sich mit ihr kreuzt, mit einer kleinen dreieckigen Verbreiterung sich an sie legt; (Taf. XX, Fig. 8 u. 12 β) seltener geht vom Nerv ein längeres Fädchen ab, welches den Muskel versorgt (Taf. XX, Fig. 12 α). Weiter ist es als das Gewöhnlichere anzusehen, dass beide Theile an der Verbindungsstelle kernlos sind. Wenn das im Allgemeinen seltne Verhalten vorliegt, dass der betreffende Abschnitt der Muskelfaser mit einem oder mehreren Kernen ausgestattet ist, so tritt die Marksubstanz zu Tage und verbindet sich mit dem Nervenfaden. Einige Male habe ich beobachtet, dass ein und dieselbe Nervenfaser zwei Muskelfasern gleichzeitig versorgt (Taf. XX, Fig. 4); sie verbreitert sich dann zu einer dünnen Platte, die zwischen den nahe aneinander vorüberziehenden Muskelfasern ausgespannt ist. Dies erklärt wohl auch die Fälle, wo zwei aneinander gelagerte Muskelfasern scheinbar durch eine Querbrücke verbunden sind; wahrscheinlich ist hier

die Nervenfaser, welche die Querbrücke gebildet hat, abgerissen und verloren gegangen.

Die Art, in welcher die Nervenfäserchen unter den epithelialen Flächen enden, ist schwer festzustellen, weil das Epithel an conservirten Präparaten trübe und die Fäserchen sehr fein sind. Im Allgemeinen herrschen folgende Verhältnisse (Taf. XX, Fig. 10): die Nervenfasern treffen unter spitzem Winkel mit dem Epithel zusammen und geben auf der demselben zugewandten Seite feinere Zweige ab, die sich ihrerseits wieder verästeln. Die Verästelung ist somit eine einseitige und nicht dichotomisch wie bei den Muskelfasern. Häufig liegen Kerne an den Stellen wo grössere Seitenäste abgehen. Dass die letzten Aestchen fein zugespitzt aufhören sollten, ist mir nicht wahrscheinlich, viel richtiger scheint mir die Annahme, dass sie in den subepithelialen Nervenplexus des Ektoderms übergehen.

Die beschriebenen Nervenfäserchen bekömmt man am besten zu sehen, wenn man durch ein mit Osmium-Essigsäure behandeltes gefärbtes und weiter in Glycerin conservirtes Thier Querschnitte senkrecht zur Längsaxe des Körpers legt. Ich wandte beim Schneiden eine feine scharfe Scheere an, da bei der Durchsichtigkeit der Gewebe auch dickere Schnitte brauchbar sind und sogar den Vorzug verdienen, weil auf ihnen eine grössere Zahl von Fäden sichtbar ist. Ein zweiter Vorzug der Scheerenschnitte beruht darauf, dass die Gewebselemente mehr in ihrer natürlichen Lagerung verharren und dass die Gallerte nicht die Schrumpfung erfährt, welche beim Schneiden mit Rasiermessern auch bei der schonendsten Behandlung nicht vermieden werden kann.

Auf einem solchen Querschnitt sieht man zunächst aufs Schönste die Muskelfasern, welche in radialer Richtung von der Wand des Magens nach der Körperoberfläche ziehen und an beiden Flächen verästelt enden, man sieht ferner die Nervenfasern, welche im Grossen und Ganzen eine circuläre zum Verlauf der Muskelfasern senkrechte Richtung einhalten und dabei von Stelle zu Stelle sei es unter einander, sei es mit den Muskelfasern Verbindungen eingehen. Das Bild ist vollkommen das gleiche, sowohl bei jungen etwa 2 Ctm. langen Thieren, als auch bei älteren Individuen von 4—8 Ctm. Länge; ich hebe dies besonders hervor, weil daraus hervorgeht, dass die als Nervenfäserchen beschriebenen Theile im Laufe des Wachsthums keine Veränderung erfahren.

Die Nervenfäden lassen sich weit verfolgen, bis sie nach einer der beiden epithelialen Flächen hin ablenken, um hier zu

enden; bei ihrer grossen Länge ist es sehr schwer, die beiden Enden derselben Faser aufzufinden; doch kann ich mit ziemlicher Sicherheit behaupten, dass die Nervenfäden zum Theil an der Körperoberfläche beginnen und nach längerem circulären Verlauf an dem Magen enden, zum Theil an der Körperoberfläche sowohl ihren Anfang als auch ihr Ende haben. Die Letzteren schienen mir an Zahl zu überwiegen.

Sehr schöne Bilder von den Nervenfäden erhält man auch am Sinnespol, wo sie in den oberflächlicheren Schichten der Gallerte dicht unter dem Epithel vorkommen. Sie ziehen hier im Allgemeinen meridional, den Wimperrinnen parallel und sind namentlich unter den letzteren reichlicher vorhanden und zu einem ansehnlichen Strang vereint, welchen ich den Meridiannerven nennen will. Da der Meridiannerv bei allen Ctenophoren in gleicher Weise auftritt, werde ich ihn zum Schluss dieses Abschnittes im Zusammenhang besprechen.

Eine dritte durch Reichthum an Nervenfasern besonders ausgezeichnete Stelle ist der Umkreis des unteren Trichterendes. Hier lagern nach Innen von den circulären Muskellagen zwei auf dem Querschnitt ovale Gallertpolster, welche sich zwischen den Trichter und die Magengefässe einschieben und daher ebenfalls in die Transversalaxe fallen. Die von Eimer entdeckten und Trichterklammern benannten Polster sind vollkommen frei von Muskeln, aber um so reicher an Nervenfasern, welche parallel den Breitseiten des Magens, d. h. in sagittaler Richtung verlaufen; sie bilden besonders häufig Anastomosen, wie man daraus entnehmen kann, dass ich in dem beschränkten Raum eines Gesichtsfelds (bei D. Oc. 2) 4 Fasern durch Anastomosen unter einander verbunden fand. Die Enden der Fasern sind beiderseits reichlich verästelt und befestigen sich an der Wandung des Trichters.

Was nun endlich den dritten Bestandtheil der Gallerte, die Bindesubstanzzellen, anlangt, so sind dieselben im Allgemeinen spärlich hier und da zwischen die übrigen Elemente eingestreut und sehen wie kleine Amoeben aus. Ihr Protoplasmakörper nimmt die mannichfachsten Formen an, ist bald spindelig, bald in Lappen ausgezogen und auf seiner Oberfläche mit spitzen pseudopodienähnlichen Fortsätzen bedeckt, welche sich aber niemals auf grosse Strecken hin verfolgen lassen. Ich zweifele nicht, dass bei der Beobachtung im frischen Zustand — ich habe leider verabsäumt darauf zu achten, — die Zellen sich als amoeboide Ge-

bilde erweisen werden. Der Kern der Zellen ist rundlich und von reichlichem körnigem Protoplasma umgeben.

2. Eucharis multicornis.

Um das Mesoderm des gesammten Körpers zu untersuchen, ist die Eucharis unter allen Ctenophoren wohl die ungünstigste, weil ihr Körper ansehnlichere Dimensionen erreicht und trotzdem von einer so ausserordentlich weichen Gallerte gebildet wird, dass man grössere Stücke des lebenden Thieres nicht auf den Ojectträger bringen kann, ohne dass dieselben auseinanderfliessen. Es werden dann aber alle Theile aus ihrer natürlichen Lagerung herausgebracht und leiden unter der Zerrung und Dehnung, denen sie ausgesetzt werden. Durch die Behandlung mit Reagentien wird diesen Uebelständen nicht abgeholfen, dagegen gesellt sich zu ihnen noch das weitere ungünstige Moment, dass die Gallerte von Reagentien schwer durchtränkt wird. Wenn man ein grösseres Stück einer Eucharis herausschneidet und in Osmiumsäure wirft, bleiben einzelne Theile, welche zufällig vor dem Reagens geschützt sind, lange am Leben und es kann vorkommen, dass Ruderplättchen noch lebhaft schwingen, während andere von der Osmiumsäure schon tief geschwärzt sind.

Dagegen besitzt Eucharis in den sogenannten Tastpapillen (Taf. XXI, Fig. 3) Organe, welche sich ausserordentlich zur Untersuchung des Mesoderms innerhalb eines beschränkten Körperabschnitts eigenen. Die Tastpapillen, deren ektodermalen Nervenplexus, Sinnes- und Drüsenzellen und Muskelfasern wir schon genauer kennen gelernt haben, sind muskelreiche und in Folge dessen auch resistentere Theile; sie lassen sich sowohl im frischen Zustand als auch nach Behandlung mit Reagentien leicht untersuchen, da letztere allseitig eindringen können.

Für die Zwecke der vorliegenden Untersuchung ist es ferner von Bedeutung, dass die Organe eine grosse physiologische Selbständigkeit zu erkennen geben und uns als in sich abgeschlossene Einheiten entgegentreten. Eine jede Papille ist ausserordentlich empfindlich und beweglich; auf den geringsten Reiz hin geräth sie in lebhafteste Contractionen, dehnt sich und streckt sich tastend hin und her, um sich nach einiger Zeit wieder zu verkürzen, ganz ähnlich den Ambulacralfüsschen der Echinodermen. Reize, auf eine Papille ausgeübt, pflanzen sich rasch auf die benachbarten Papillen fort, welche nun auch nach dem Ort der Reizung hin tasten, als ob sie ihre mit Klebzellen bewaffneten Enden an

den in ihr Bereich gelangten Fremdkörper anheften wollten. Diesem hohen Grad physiologischer Leistungsfähigkeit entsprechend treffen wir denn auch in einer jeden Papille alle Elemente an, die wir schon bei Beroë kennen gelernt haben: Muskelfasern, Nervenfasern und Bindegewebszellen.

Die Muskelfasern der Tastpapillen sind, wie wir früher gesehen haben, nicht allein mesodermal, sondern zum Theil auch ektodermal. Dem Ektoderm gehören die longitudinalen Fasern an, welche verkürzend wirken, dem Mesoderm dagegen die transversalen, welche jenen antagonistisch entgegentreten und die Verlängerung der Papille veranlassen. Die letzteren, mit welchen wir hier uns allein zu befassen haben, bestehen fast ausschliesslich aus contractiler Substanz, während eine protoplasmatische Axe fast gänzlich zu fehlen scheint; die letzten Ueberreste der Bildungszellen sind Kerne, die ab und zu in den Verlauf der Fasern eingeschlossen sind. Auch von der Existenz eines Sarkolemms habe ich mich nicht überzeugen können, ohne jedoch dasselbe abläugnen zu wollen.

An beiden Enden sind die Muskelfasern reichlich verästelt, sie unterscheiden sich aber von den Muskelfasern der Beroiden durch die Häufigkeit der Anastomosen, welche sie eingehen und welche auf's Innigste mit ihrer Anordnung zusammenhängen (Taf. XXI, Fig. 10). Alle Fasern verlaufen der Endscheibe der Papille parallel und kreuzen sich, wie man dies am schönsten auf einem Querschnitt durch eine Papille sieht, nach allen Richtungen; wo zwei von ihnen an einander vorüberziehen, da legen sie sich auch zusammen und verbinden sich durch eine schwimmhautartige Verbreiterung. So entstehen in den Papillen förmliche Muskelnetze, die sich in ziemlich regelmässiger Weise in Schichten anordnen. Denn da die Muskelfasern vorwiegend transversal verlaufen, so gruppiren sie sich mit Vorliebe zu muskulösen Scheidewänden, welche sich quer durch die Gallerte ausspannen und der Tastpapille bei seitlicher Ansicht ein Aussehen verleihen, als wäre sie in lauter hintereinander gelegene Stücke abgetheilt (Taf. XXI, Fig. 3). Indessen hängen auch die Muskelfasern zweier auf einanderfolgender Scheidewände unter einander zusammen.

Viel schwieriger wahrnehmbar als die Muskelfasern sind die Nervenfädchen, welche in ihrer Beschaffenheit, Endigungsweise und im Princip ihrer Anordnung durchaus den Nervenfäden von Beroë ovatus gleichen. Sie sind viel feiner als die Muskelfasern, wesshalb sie sehr leicht übersehen werden können; von Zeit zu Zeit

sind sie durch eingelagerte Kerne spindelig verdickt; bei starker Osmiumsäureeinwirkung scharf contourirt, werden sie dagegen varicös, wenn das Reagens nicht rasch genug gewirkt hat. Sie steigen in longitudinaler Richtung in der Tastpapille auf und verkleben ab und zu mit den Muskelfasern, mit denen sie, ihren Verlauf kreuzend, in Berührung kommen. Kurz vor ihrem Ende (Taf. XXI, Fig. 12n u. 16γ) geben sie ausserordentlich feine seitlich sich verästelnde Fortsätze nach den Epithel hin ab, bis sie selbst in mehrere feine Endästchen zerfallen. Einige unter ihnen hören in dieser Weise schon früh an der Basis auf, andere dagegen dringen bis dicht an die Spitze der Tastpapille vor. Ich habe keine Nervenfaser gefunden, welche ihre beiden Enden in derselben Tastpapille gehabt hätte. Stets liessen sie sich vom verästelten Ende an bis in die Körpergallerte an der Basis der Papille verfolgen, wo sie in Folge der Präparation abgerissen waren. Nur äusserst selten ist es mir geglückt zu beobachten, dass eine Faser von einer Papille durch die Körpergallerte in eine benachbarte Papille übertrat oder sich in der Nachbarschaft an die Hautoberfläche ansetzte, um hier verästelt am Epithel zu enden. Indessen will es mir scheinen, dass dieses nur einige Male beobachtete Verhalten allgemeine Gültigkeit besitzt und dass die Papillen durch die von einer in die andere übertretenden Nervenfädchen in engeren Zusammenhang gebracht werden. So würde sich die Gleichzeitigkeit erklären, welche in den Bewegungen benachbarter Papillen herrscht.

Zwischen Muskel- und Nervenfasern sind zahlreiche Bindegewebskörperchen (Taf. XXI, Fig. 16β, δ) eingestreut, welche gewöhnlich eine ansehnliche Grösse erreichen. Ihr Protoplasma ist homogen und wird von Osmiumsäure stark gefärbt, ihre Kerne sind gross, rundlich und mit einem kugeligen Kernkörperchen versehen; ihre Ausläufer endlich sind zahlreich, mehrfach hinter einander verästelt und auf eine ziemlich beträchtliche Entfernung zu verfolgen. Alles dies verleiht ihnen einige Aehnlichkeit mit Ganglienzellen, als welche sie jedoch nicht gedeutet werden können, da sie isolirt und ohne Verbindung mit Nervenfasern sind. Auch bieten sich von ihnen aus Uebergangsformen zu kleineren und körnchenreicheren Elementen, welche die hervorgehobene Aehnlichkeit mit Ganglienzellen nicht besitzen.

Endlich existiren in den Tastpapillen von Eucharis noch Zellen, welche ich nicht anstehe als Anlagen von Muskelfasern, vielleicht auch von Nervenfasern zu deuten (Taf. XXI, Fig. 16α); sie sind auf die Gallertschicht dicht unter der drüsigen Endscheibe der

Papille beschränkt und werden frei gelegt, wenn man die Drüsenzellen durch Zerzupfen oder durch Abpinseln entfernt. Einige von ihnen sind Körper, welche nur einen Kern haben und an beiden Enden in Fäden ausgewachsen sind, von denen weitere Ausläufer entspringen; andere sind weiter gestreckt zu Fasern, welche an beiden Enden sich etwas verdicken. Jede Verdickung enthält einen Kern und ist mit Ausläufern besonders reichlich bedacht. Je mehr sich die auf diese Weise entstandenen Fasern in die Länge ziehen, um so mehr vervielfältigen sich die Kerne und um so mehr prägt sich der Charakter der Muskelfaser aus.

3. Cestus Veneris.

Im Anschluss an die Tastpapillen von Eucharis empfiehlt es sich die gleichnamigen Organe von Cestus Veneris (Taf. XXI, Fig. 11) zu behandeln, weil dieselben einfacher gebaut sind und daher gleichsam als Entwicklungsformen der ersteren betrachtet werden können. Schon in der Beschaffenheit des Ektoderms war dies Verhältniss zum Ausdruck gekommen, indem die bei Eucharis vorhandenen longitudinalen Muskeln bei Cestus fehlten; im Bereich des Mesoderms giebt es sich in dem Mangel der Bindesubstanzkörperchen und der Nervenfäden zu erkennen, so dass nur die Muskelfasern übrig bleiben, welche transversal zur Längsaxe der Papille gestellt ihre Hervorwölbung veranlassen.

Die Muskelfasern, welche niemals mittelst Anastomosen untereinander zusammenhängen, sind in einer regelmässigeren Weise angeordnet als bei Eucharis. Von ihrer Anordnung kann man sich ein Bild machen, wenn man Stäbchen einzeln übereinander legt, so dass jedes folgende das vorhergehende unter rechtem oder spitzem Winkel kreuzt. In derselben Weise kreuzen sich auch die Muskelfasern; nehmen wir z. B. an, dass die der Spitze der Papille benachbarte Faser quer gestellt ist, so würde die nächste eine sagittale, die dritte eine quere, die vierte wieder eine sagittale Richtung u. s. w. einhalten. Auf einem optischen Durchschnitt muss man die einen Muskelfasern auf dem Querschnitt erblicken, wenn man die anderen ihrer ganzen Länge nach überschaut. Nur bei grösseren Papillen wird die Anordnung etwas unregelmäsig. Die Muskelfasern finden sich hier in grosser Anzahl und halten in den tieferen Lagen einen stark gebogenen Verlauf ein in der Weise, dass die Concavität des Bogens nach der Papillenspitze gerichtet ist.

Da jede Papille die Gestalt eines flachen Hügels besitzt, wer-

den die Muskelfasern nach der Spitze zu kürzer, nach der Basis länger. Damit steht wiederum im Zusammenhang die wechselnde Anzahl von Kernen, welche auf jede Faser entfallen; die kürzeren haben einen einzigen median gelegenen Kern, dann folgen Fasern mit zwei Kernen, je einem Kern an einem der Enden, u. s. w. Wir haben somit hier eine ähnliche Entwicklungsstufe der Muskelfasern wie bei Eucharis vor uns. Die Enden einer jeden Faser sind dichotom verästelt und verlangen keine genauere Schilderung.

Wenn wir von den Tastpapillen absehen, so ist der Venusgürtel für die Untersuchung des Mesoderms kein geeignetes Object, da im Gegensatz zu den übrigen Ctenophoren bei ihm die Muskulatur ihrer Hauptmasse nach vom Ektoderm und zum kleinsten Theil vom Mesoderm geliefert wird. Die eleganten schlängelnden Bewegungen des Thieres werden allein durch die alternirenden Contractionen der ektodermalen Muskellagen bedingt, welche die transversalen Seiten bedecken; die mesodermalen Muskeln veranlassen dagegen nur unwichtige Gestaltveränderungen des Körpers; sie verkürzen die Lappen zu beiden Seiten der Mundrinne, ziehen den Sinneskörper zurück und vertiefen die Furchen, in welchen die Plättchenreihen liegen. Ich habe nur die letzteren Muskelfasern, welche sich an die Basis der Plättchen inseriren, untersucht. Dieselben stimmen in ihrem Bau mit den Muskelfasern der Beroiden überein, indem sie eine Axen- und Rindensubstanz und ein Sarkolemm unterscheiden lassen und an den Enden sich verästeln. Nur ist ihre Dicke nie so bedeutend als es bei Beroë ovatus gewöhnlich der Fall ist.

Was ihre Verlaufsrichtung anlangt, so strahlen auf einem Querschnitt gesehen (Taf. XXI, Fig. 4) die Muskelfasern vom Grund der Rinne, welche durch ihre Contractionen veranlasst wird, fächerartig aus, um sich an entferntere Punkte des Ektoderms zu inseriren. Ein Theil verläuft dabei nach aufwärts, ein anderer nach abwärts; dazwischen ziehen Muskelfasern quer durch die Gallerte vom Grunde einer Plättchenreihe zur anderen. Fast alle Muskelfasern waren an den mit Reagentien behandelten Objecten wahrscheinlich in Folge allzu heftiger Contraction zerrissen und bestanden nur noch aus grösseren und kleineren hinter einander gereihten Stücken.

Im Umkreis der Plättchenreihen lassen sich noch weitere Fäden nachweisen, die in mehrfacher Hinsicht von den muskulösen Elementen unterschieden sind und von mir für nervös gehalten wer-

den. Sie sind viel feiner und ebenso wie die Nervenfäden der Beroë und Eucharis gebaut; an den untersuchten Exemplaren waren sie stets gut erhalten. Am wichtigsten ist aber, dass sie in ihrem Verlauf die Muskelfasern kreuzen und dabei ab und zu mit ihnen Verbindungen eingehen. Die Richtung, welche den Nervenfäden durch diese Anordnung angewiesen wird, will ich nicht genauer beschreiben, da sie durch die schematisirte Zeichnung in einer verständlicheren Weise dargestellt wird, als es durch Worte möglich wäre.

Mit den zuletzt erwähnten Elementen stimmen in ihrem Bau auch die Fäden überein, die sich von einer Tentacularseite zur anderen quer durch die Gallerte ausspannen, und werden sie mit demselben Recht wie jene für Nerven gehalten werden müssen. — Die Stränge starker Fasern, welche unter den Tentakelrinnen verlaufen, habe ich nicht näher untersucht und lasse daher ihre histologische Bedeutung unentschieden.

Sehr bemerkenswerth endlich sind die Bindesubstanzzellen vom Venusgürtel, welche in ziemlich grosser Zahl allerorts, besonders reichlich aber unter den ektodermalen Muskelschichten der Tentacularseiten angetroffen werden. Die Körper der Zellen sind auffallend gross und durch Osmiumsäure geschwärzt, allseitig entspringen von ihrer Oberfläche feine lange verästelte Ausläufer ähnlich den Pseudopodien einer Heliozoe. Da auch die Kerne gross sind, so tritt uns hier abermals der ganglienzellenähnliche Habitus der Bindesubstanzzellen entgegen, auf den ich schon bei Eucharis aufmerksam gemacht habe.

4. Cydippe hormiphora.

Von den bisher betrachteten Ctenophoren unterscheidet sich Cydippe hormiphora durch die völlig verschiedene Beschaffenheit ihrer Muskelfasern. Diese sind Bänder von ansehnlicher Breite, dabei aber so dünn, dass sie von der Fläche betrachtet (Taf. XIX, Fig. 7 β) kaum wahrgenommen werden, auch wenn sie durch Osmiumsäure etwas geschwärzt oder durch Carmin mattroth gefärbt worden sind; von der Kante gesehen (Fig. 7 α) lassen sie dagegen zwei scharfe dicht nebeneinander verlaufende Contouren erkennen. Die Substanz der Bänder ist an und für sich homogen, enthält aber zahlreiche den Muskelkörperchen der Wirbelthiere vergleichbare Einschlüsse, die bald die Gestalt von Spindeln haben, bald als Fäden sich über eine grössere Strecke in der Längsrichtung des Bandes hinziehen. Die Spindeln und Fäden bestehen aus

einem stark vacuolisirten Protoplasma und sind ab und zu mit einem oder mehreren Kernen ausgestattet. Da die meisten Einschlüsse kernlos sind, so haben wir wie bei den Wirbelthieren kernhaltige und kernlose Protoplasmaanhäufungen aus einander zu halten. Die Enden der Muskelbänder verschmälern sich etwas und scheinen mehrfach gespalten zu sein, ohne dass jedoch dabei die bisher bei allen Ctenophoren aufgefundenen fadenförmigen Endausläufer entständen.

Von den Muskelfasern sind die Nervenfasern leichter zu unterscheiden als bei irgend einer anderen Ctenophore, da sie die schon mehrfach beschriebenen Charaktere besitzen (Taf. XIX, Fig. 6); sie sind dünne Fäserchen, welche durch Einschaltung von Kernen ab und zu verdickt sind; an den Enden geben sie eine grössere Anzahl feiner verästelter Fäden ab, die ganz besonders lang sind und sich an der Oberhaut befestigen. Besonders zahlreich sind die nervösen Fäden im Umkreis der Tentakelsäcke.

Da es dem Gesagten zufolge leicht fällt, in der Gallerte mit Sicherheit zweierlei Elemente nachzuweisen und weiter zu constatiren, dass keinerlei Uebergangsformen zwischen ihnen existiren, so wäre es mir von ganz besonderem Interesse gewesen, über ihre Beziehung zu einander Genaueres zu erfahren, ob es möglich ist Verbindungen zwischen ihnen und ein bestimmtes Anordnungsprincip ausfindig zu machen. Leider fehlte es mir hierzu an Material; zwar waren die Herren Professoren E. Haeckel und C. Claus so freundlich, mir ein reichliches Cydippenmaterial zur Verfügung zu stellen, wofür ich ihnen meinen besten Dank abstatte; Cydippe hormiphora war aber leider nicht darunter und die übrigen Arten haben nicht die charakteristischen Muskelbänder, wesshalb ich von einer weiteren Untersuchung Abstand genommen habe.

Auf die Existenz von Bindesubstanzzellen brauche ich hier nur in Kürze hinzuweisen, da sie in der Beschaffenheit ihrer Körper nichts Erwähnenswerthes bieten.

Ich hätte endlich noch der Callianira bialata zu gedenken, welche bei der Betrachtung der Geschlechtsorgane und des Tentakelapparats mir besonders gute Dienste geleistet hat; indessen für die Erforschung des Mesoderms erwies sich die kleine Ctenophore als sehr ungeeignet. Erstens zeigen die einzelnen Elemente nicht so charakteristische Unterscheidungsmerkmale wie bei den bisher betrachteten Arten, zweitens verlaufen sie sehr wirr durcheinander, in der mannichfachsten Weise durch Anastomosen unter

einander verbunden, so dass es ausserordentlich schwer ist, ein bestimmtes Anordnungsprincip zu erkennen. Da auch die geringe Grösse die Untersuchung erschwert, habe ich auf eine histologische Analyse der Gallerte verzichtet.

5. Ueber die Fasern unter den Meridianstreifen.

Es bleibt mir schliesslich nur noch übrig die Elemente zu besprechen, welche bei allen Ctenophoren in übereinstimmender Weise unter den Meridianstreifen angetroffen werden. Dieselben sind von zweierlei Art: 1. Fasern, welche unter den Flimmerrinnen liegen und 2. Fasern, die sich zwischen die Plättchenreihen und Rippengefässe einschieben.

Die Fäden unter den Flimmerrinnen sind sehr zart und dünn und enthalten stellenweise spindelige Kerne; sie stimmen in ihrem Aussehen mit den Nervenfäden an anderen Orten des Ctenophorenkörpers überein, wesshalb ich sie in ihrer Gesammtheit schon oben als Meridiannerven bezeichnet habe; sie verlaufen in gleicher Richtung wie die Flimmerrinnen und sind dabei so dicht unter denselben gelagert, dass sie von ihnen meist verdeckt werden und sich leicht der Beobachtung entziehen. Ihre Zahl ist am grössten bei Beroë, kleiner bei Cydippe, Callianira und Cestus; bei der letztgenannten Ctenophore ist in dieser Hinsicht noch ferner ein Unterschied zwischen den Meridiannerven erkennbar, je nachdem sie den sagittalen oder den transversalen Wimperrinnen angehören. Wie es schon durch frühere Arbeiten bekannt ist, sind die transversalen Plättchenreihen klein und auf wenige Ruder reducirt und dem entsprechend auch die zugehörigen Flimmerrinnen wenig ausgebildet. Das hat seinen Einfluss auch auf die Fäden der Meridiannerven ausgeübt, von denen nur sehr wenige vorhanden sind.

Die Fäden des Meridiannerven reichen so weit als die Flimmerrinnen; wo diese mit einer Verbreiterung an dem ersten Ruderplättchen aufhören, finden sie ebenfalls ihr Ende, indem sie sich wie auch sonst die Nervenfäden verästeln und mit ihren feinsten Ausläufern sich am Epithel befestigen. Nur bei Beroë ovatus schien sich mir der Faserzug auch weiter über den bezeichneten Punkt hinaus unter die Plättchenreihen zu verlängern.

Nach der anderen Seite hin lassen sich die Meridiannerven bis in die Nähe des Sinneskörpers verfolgen, ohne dass es mir jedoch geglückt ist, einen Zusammenhang mit demselben nachzuweisen. Die Untersuchung stösst hier auf Schwierigkeiten, weil

die Ctenophoren bei der geringsten Reizung den Sinneskörper und die Anfänge der Meridianstreifen zurückziehen, so dass eine tiefe Grube am aboralen Ende des Körpers entsteht. Immerhin gelang es mir bei Callianira bialata festzustellen, dass die Fäserchen eines jeden Meridiannerven zunächst anfangen unter einander Anastomosen zu bilden (Taf. XXI Fig. 13); später treten sie auch mit den Fäden benachbarter Meridiannerven in Verbindung, so dass im Umkreis des Sinneskörpers ein Austausch zwischen den einzelnen Nervensträngen zu Stande kommt. Die letzten Enden der Nervenfäserchen entstehen auch hier wieder durch einen Zerfall in feinste, sich bis an das Körperepithel begebende Endäste.

Während ich die Fäden unter den Flimmerrinnen zum Nervensystem rechne, halte ich die in zweiter Linie genannten und unter den Plättchenreihen befindlichen Elemente für muskulös. Es sind Fasern, die sich zwischen den Rippengefässen und den Plättchenreihen ausspannen und einen radialen, zur Richtung der Meridiannerven senkrechten Verlauf verfolgen. Bei Beroë waren sie, wie alle in dieser Gegend befindlichen Gewebsbestandtheile, stets ungenügend conservirt, weil die Plättchenreihen hier in tiefe für die Reagentien schlecht zugängige Furchen zurückgezogen werden; ich bekam von ihnen Bilder, wie sie Eimer auf Tafel IX Figur 87 u. 90 seiner Beroëarbeit gegeben hat, Reihen von spindelförmigen und rundlichen Substanztheilchen, welche perlschnurartig an einander gereiht sind. Dass es sich hier um Kunstproducte handelt, lehren die übrigen Ctenophoren, bei denen die ungünstigen die Conservirung erschwerenden Verhältnisse nicht vorliegen, bei denen daher die in Rede stehenden Elemente gut erhalten sind. Bei Cydippe hormiphora und Callianira bialata sind es Fasern von mässiger Dicke, welche mit ein oder mehreren Kernen ausgestattet sind und an beiden Enden sich dichotomisch verästeln; sie gleichen am meisten den kurzen Muskelfasern, welche die Beweglichkeit der Tastpapillen von Cestus Veneris veranlassen. Eine Sonderung in eine Rinden- und Marksubstanz liess sich ebenso wenig als ein Sarkolemm nachweisen.

Literatur. Bei einer Darstellung der Anschauungen, welche über den Bau der Ctenophorengallerte geltend gemacht worden sind, können wir die älteren Arbeiten, da in ihnen keine Angaben hierüber enthalten sind, übergehen und mit den Untersuchungen von M. Edwards beginnen. Der französische Forscher (12. p. 215) fand im Körper der Beroiden eine Menge ausserordentlich feiner

Fasern, welche er als Muskelfasern deutete und die ihm zu Folge besonders im Umkreis der Mundöffnung zu einem Sphinkter angeordnet sein sollen. Will (35. p. 45) vervollständigte diese Schilderung durch den Zusatz, dass die Muskeln glatt seien, bei den Contractionen aber sich auf ihrer Oberfläche in regelmässige Querfalten legen, wodurch das Bild einer Querstreifung vorgetäuscht werden könne; die Muskelfasern sollen einzeln verlaufen und nur an wenigen Stellen z. B. in den Papillen von Eucharis anastomosiren; ihrer Anordnung nach sollen sie in longitudinale und circuläre Muskelfasern eingetheilt werden können. Von den Muskelfasern unterschied Will (35. p. 45) die viel feineren, an den Enden verästelten und auch in abweichender Weise angeordneten Nervenfäserchen, indem er besonders auf einen stärkeren Strang derselben, welcher unter jeder Wimperrinne verlaufe, aufmerksam machte. Die Gallerte endlich, in welche diese Elemente eingebettet sind, ist für ihn ein Aggregat verschieden grosser runder oder polyedrischer kernloser Zellen.

Die Ansicht, dass die Gallerte aus grossen Zellen zusammengesetzt sei, wurde auch von Agassiz (3. p. 330) vertheidigt, welcher den Zellen sogar einen geringen Grad von Contractilität zuschrieb. Wenn er auch anfänglich noch die Gestaltveränderungen des Körpers vornehmlich auf besondere Muskelfasern zurückführte, von deren Anordnung er eine genaue Schilderung gab, so stellte er deren Existenz doch später (4. p. 214) ganz in Abrede und nahm als einzigen Bestandtheil der Gallerte grosse blasige Zellen an, welche vergleichbar den Zellen einer Citrone allein das Parenchym darstellen und durch ihre Contractilität die Bewegungen der Ctenophoren ermöglichen sollen. Durch die Querschnittsbilder ihrer derben Wandungen soll der Anschein erweckt werden, als ob besondere Muskelfäden vorhanden seien. Diese durchaus verfehlte Ansicht wurde bei der Beschreibung der Pleurobrachia zuerst vorgetragen und später als allgemein giltig für sämmtliche Ctenophoren (p. 277) hingestellt.

In die Zwischenzeit zwischen die erste und zweite Publication von Agassiz fallen die Untersuchungen von Gegenbaur (21.), welche deswegen von Bedeutung sind, weil in ihnen die gallertige Grundsubstanz der Ctenophoren zum ersten Mal als eine besondere Form der Bindesubstanzen erkannt wurde. Zum Beweis für seine Auffassung schilderte Gegenbaur genauer die Gestalten der bald rundlichen, bald spindelförmigen, mit reichlichen Ausläufern und mit einem Kern versehenen, nicht selten auch anastomosiren-

den Bindesubstanzzellen (p. 165). Die Muskelfaserrn (p. 170) wurden dagegen nicht eingehender behandelt und die in der Gallerte verlaufenden Nervenfäserchen gar nicht erwähnt. Denn was Gegenbaur über Nerven mitgetheilt hat (p. 180), bezieht sich auf die dem Ektoderm angehörigen Wimperrinnen. Das Gleiche gilt auch von der kurzen Mittheilung Kölliker's in der Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie (23. p. 316). In zwei späteren Arbeiten ist jedoch Kölliker auch auf die Beschaffenheit des Mesoderms zu sprechen gekommen. Aus der ersteren derselben ist hervorzuheben, dass Kölliker Contractionen an den Fäden unter den Plättchenreihen beobachten konnte und sie daher für Muskelfasern erklärte (26. p. 110); die zweite Arbeit giebt zum ersten Male eine ausführlichere Analyse der Gewebsbestandtheile der Ctenophoren (27. p. 110). Hierbei werden dreierlei Elemente unterschieden: 1. Muskelfasern, 2. Bindesubstanzzellen, welche in zwei Modificationen als spindelförmige und sternförmige Bindesubstanzzellen auftreten, 3. Stützfasern ähnlich den Stützfasern der Medusen. Als wesentlichstes Merkmal der Stützfasern wird angegeben, dass sie kernlos seien, ein Merkmal, welches aber hinfällig ist, da es kernlose Fasern in der Gallerte der Ctenophoren nicht giebt. Wenn wir nun weiter lesen, dass die Stützfasern im Körper der Idyia roseola mit Vorliebe radial verlaufen, so kommen wir zum Schluss, dass ein Theil der Stützfasern Kölliker's mit den radialen Muskelfasern identisch ist, welche ich oben von Beroë beschrieben habe. Einen anderen Theil halte ich für Nervenfäden und werde dabei durch die Bemerkung Kölliker's bestimmt, dass die Stützfasern untereinander mit Hülfe von längeren feineren Fasern zusammenhängen, und dass die Verbindungsstellen durch dreieckige Anschwellungen, welche an Endigungen von Nervenfasern an Muskeln erinnern, bezeichnet werden. Kölliker wirft selbst die Frage auf „ob die anastomosirenden Fäden nicht vielleicht als Nervenfäden anzusehen seien" und räth ferneren Beobachtern „diese Möglichkeit im Auge zu behalten und auch bei den zarten Spindelzellen von Idyia und Pleurobrachia nachzuforschen, ob dieselben nicht vielleicht dem Nervensystem angehören."

Allman (5. p. 286) hat vor Kölliker in der Gallerte von Beroë nur die Muskelfasern gesehen, welche nach ihm dickwandige Röhren sind, die von einer granulären Masse erfüllt werden, das Licht doppelt brechen und bei der Contraction sich verdicken. Sie ordnen sich in 4 Systemen an, welche als gastroparietales, als oberflächliches longitudinales, oberflächliches circuläres und tie-

fes circuläres (um den Magen gelegenes) näher bezeichnet werden. Abweichend von Allman beschreibt Wagener (34. p. 125) die Muskeln als Bündel von feinsten Primitivfibrillen, in denen weder Zellkerne noch anderweitige Zellenreste vorhanden seien.

Die Meinungsverschiedenheiten in der histologischen Beurtheilung der Gallerte sind durch die neuesten Untersuchungen nicht ausgeglichen worden, vielmehr stehen sich die Ansichten der Forscher schroffer denn je gegenüber. Fol (18. p. 9) unterscheidet mit Bestimmtheit bei Cestus Veneris nur dreierlei Elemente: 1. sternförmige ab und zu anastomosirende Bindesubstanzzellen, 2. Muskel- und 3. Bindegewebsfasern, von welchen aber die beiden letztgenannten nicht scharf auseinander gehalten werden könnten, weil sie nur durch verschiedene Dicke von einander abwichen. Die feineren Bindegewebsfasern wie die stärkeren Muskelfasern enthalten beide Kerne und hören mit wurzelförmig getheilten Enden auf. Ausserdem aber hält es Fol (p. 12) für wahrscheinlich, dass Nervenfäserchen existiren, welche vom Sinneskörper aus als blasse breite Fäden mit einem wellenförmig geschlängelten Axencylinder nach den Polplatten und den Trichtergefässen ziehen. Mit dieser Darstellung stimme ich rücksichtlich der Bindesubstanzzellen und Muskelfasern im Wesentlichen überein, dagegen erkläre ich Fol's Bindegewebsfasern für nervös und die sogenannten Nervenfasern für Elemente, welche zu sehr unter dem Einfluss einer ungenügenden Conservirung gelitten haben, als dass man sich mit Bestimmtheit über ihre Natur aussprechen könne. Wahrscheinlich sind es stark veränderte Muskelfasern.

In vollem Gegensatz zu Fol nimmt Eimer (14.) in der Gallerte einen grossen Reichthum weit verbreiteter Nervenfasern und Ganglienzellen an, zu denen sich als weitere Elemente hinzugesellen Bindesubstanzzellen, Muskel- und Bindegewebsfasern.

Bei der Besprechung der Muskelfasern schildert Eimer den Bau ihrer Rinden- und Marksubstanz und ihres Sarkolemms im Allgemeinen in derselben Weise, wie ich es gethan habe, macht dagegen über die Beschaffenheit ihrer Enden Mittheilungen, welche ich zum grössten Theil nicht bestätigen kann. Die Muskelfasern sollen von dem Moment ab, wo sie in die oberflächlichste Gallertschicht, die „Nervea", eintreten, unter einer wahrscheinlich ganz allmählich erfolgenden Umwandlung ihrer Substanz zu Nerven werden, die sich verästeln und in feine in der Epidermis endende Fibrillen übergehen, oder sie sollen plötzlich in eine Unzahl feinster Nervenfibrillen zerfallen, welche vom Muskelende pinselförmig nach

dem Epithel ausstrahlen. Eine solche Endigungsweise existirt nun ganz bestimmt nicht und alle zu ihrer Illustrirung der Beschreibung beigefügten Bilder lassen nur die Erklärung zu, dass ihnen ungenügend conservirte Präparate zu Grunde gelegen haben. Merkwürdigerweise giebt Eimer daneben auch richtig an, dass die Muskelfasern sich baumförmig verästeln oder einfach zugespitzt enden können.

Dass Eimer Präparate vor sich gehabt hat, die schlecht conservirt waren und dass er nicht genügend zwischen dem, was normal, und dem, was Kunstproduct ist, unterschieden hat, geht auch aus seiner Beschreibung der Nervenfasern hervor. Denn alle seine Figuren beziehen sich auf stark verquollene Fäden, welche mit Varicositäten mehr bedeckt sind als es selbst bei einer mässigen Conservirung der Fall sein darf. Immerhin sind wir beide auch hier wieder in mehrfacher Hinsicht zu gleichen Resultaten gekommen, dass die Nervenfäden feine Fäserchen sind, welche ab und zu Kerne enthalten und von einem Neurilemm umgeben werden, dass sie, überall verbreitet, isolirt in der Gallerte verlaufen und nur in den sogenannten Trichterklammern reichlicher vorkommen und ausserdem noch unter den Flimmerrinnen zu einem Strang zusammen gedrängt sind, dass sie sich an ihren Enden verästeln und dabei feiner werden. In allem Uebrigen stimme ich dagegen der Schilderung Eimers nicht bei. So lässt er die Nervenfasern in ganz ausserordentlich feine netzartig verbundene Primitivfibrillen übergehen, welche besonders deutlich an Goldchloridpräparaten hervortreten und die Nervenfäden unter einander und mit gangliösen Elementen verbinden. Diese Fibrillennetze habe ich nie gesehen und muss ihre Existenz auf das bestimmteste in Abrede stellen; damit hängt dann weiter zusammen, dass ich auch die Ganglienzellen nicht anerkennen kann und dieselben für Bindegewebszellen erkläre, von welchen sie Eimer mit Unrecht versucht hat zu unterscheiden.

Eimer spricht ferner von einer „Nervea", einer oberflächlichen Gallertschicht, welche sich leicht im Zusammenhang abziehen lasse und wegen ihres Reichthums an Nervenfasern gewissermaassen als ein diffus über die Körperoberfläche verbreitetes Centralorgan gedeutet werden könne. Es handelt sich hierbei um die Gallerte, welche nach aussen von den longitudinalen mesodermalen Muskeln gelegen nur von den verzweigten Enden der Nervenfasern und der parietogastralen oder radiären Muskelfasern durchsetzt wird, bei welcher daher von einem besonderen Nerven-

reichthum nicht die Rede sein kann. Eimer's Ansicht beruht auf der schon oben als irrig bezeichneten Annahme, dass die Enden der Muskeln von Nervenfibrillen gebildet würden, was denn freilich einen wesentlichen Zuwachs der nervösen Theile bedingen würde.

Als verdickte Stellen seiner Nervea fasst Eimer die Gallertstreifen, welche zwischen den Plättchenreihen und den Rippengefässen liegen, auf, indem er zugleich die in radialer Richtung zwischen beiden Organen ausgespannten Muskelfasern für Nerven hält. Die Bilder, auf welche er sich hierbei stützt, kenne ich, da man sie bei Beroë ovatus in dieser Weise fast stets zu Gesichte bekommt, ich habe aber früher schon hervorgehoben, dass ich diesen Bildern keine Beweiskraft beimesse und dagegen die Callianiren und Cydippen als geeignetere Untersuchungsobjecte empfehle.

Wir haben endlich noch die Endigungsweisen der Nerven in Betracht zu ziehen. Nach Eimer verbinden sich alle peripheren Endäste der Nervenfasern und ebenso die Endäste der Neuromuskelzellen mit dem Epithel, so dass eine jede Epithelzelle von einer Nervenfibrille versorgt wird, welche wahrscheinlich im Kernkörperchen der Zelle ihr Endorgan findet. Andererseits verbinden sich die Nervenfasern mit Muskelzellen, indem sie gleichfalls sich verästeln und zahlreiche Endfibrillen bilden, welche sich an die Muskelfasern in zweierlei Weise ansetzen können. Im einen Falle ist die Verbindungsstelle durch einen Kern bezeichnet, in dessen Kernkörperchen die Nervenfibrille endet, im anderen Falle fehlt der Kern und die Nervenfaser geht dann wahrscheinlich direct in die Muskelsubstanz über. Es möchten beide Endigungen der Nerven am Muskel vielleicht als sensible und motorische zu unterscheiden sein.

Alle diese Angaben halte ich für verfehlt, indem ich namentlich den Angaben über die sensiblen Endigungen in der Haut gar keinen Werth beimesse, weil Eimer eine Beobachtungsmethode befolgt hat, bei welcher Irrthümern Thür und Thor geöffnet sind. Er hat nämlich den Zusammenhang der Epithelzellen mit Nerven nicht an Querschnitten oder Isolationspräparaten, sondern an Flächenpräparaten durch Heben und Senken des Tubus beobachtet.

Gelegentlich erwähnt auch Eimer, dass die Nerven seitlich Fäden abgeben, welche mit vorüberziehenden Muskeln in Verbindung treten sei es mittelst einer kernlosen oder kernhaltigen Verbreiterung. Ich hebe diese Beobachtung besonders hervor,

weil sie unter den Beobachtungen über Nervenendigung die einzige ist, welche ich bestätigen kann.

Was nun endlich die Bindegewebsfasern anlangt, so sind dieselben nach Eimer „drehrunde, stark lichtbrechende feine Fäden von geradem bis stark geschlängeltem Verlauf, welche meistens von Stelle zu Stelle durch Kerne, welche jedoch in sehr grossen Abständen von einander entfernt liegen, spindelförmig aufgetrieben sind. Die gröberen Fasern lassen in ihrem Innern einen hellen Streifen erkennen, welcher in vielen Fällen als Canälchen erscheint, so dass dann die ganze Faser als hohles Röhrchen sich darstellt." Von den Muskelfasern sind sie durch den Mangel der sich in Carmin roth färbenden contractilen Substanz unterschieden, von den Nervenfasern durch den Mangel der Varicositäten und das verschiedene Verhalten der Kerne, welche bei den Nervenfasern „durch ihre Grösse und Kugelgestalt charakterisirt" sein sollen. Die Bindegewebsfasern „durchziehen die Gallertsubstanz des Thieres von innen nach aussen, sowie von oben nach unten, sehr häufig aber in einer solchen Richtung, welche diejenige der Muskelfasern im rechten Winkel kreuzt"; sie hängen zusammen 1. unter einander, 2. mit den Muskelfasern, 3. mit den Nervenfasern. In den letzteren Fällen soll der Zusammenhang sich jedoch nur auf die Hüllen (Sarkolemm und Neurilemm) erstrecken.

Wenn wir in der Schilderung der Nervenfasern die „Varicositäten" als Kunstproducte und die „Grösse und Kugelgestalt der Kerne" streichen, so bleibt zwischen ihnen und den Bindegewebsfasern kein Unterschied bestehen. Denn wer die Feinheit des Objectes kennt, wird keinen grossen Werth darauf legen, wenn Eimer die Bindegewebsfasern nur mit dem Sarkolemm, die Nervenfasern ausserdem noch mit der Muskelsubstanz verschmelzen lässt. Vielleicht würde übrigens Eimer selbst die Unterscheidung von Nervenfasern und Bindegewebsfasern haben fallen lassen, wenn er letztere, was er verabsäumt hat, bis an ihr Ende verfolgt und gesehen hätte, dass dasselbe ganz wie das Ende einer Nervenfaser beschaffen ist.

Neuerdings hat Eimer endlich eine kurze Notiz über die Gallerte in den Tastpapillen von Eucharis veröffentlicht und dabei Elemente beschrieben, welche er für wahrscheinlich nervös hält. Wenn auch das Aphoristische der Mittheilung kein bestimmtes Urtheil zulässt, so glaube ich doch annehmen zu können, dass Eimer nicht die Nervenfäden, sondern die Muskelfasern vor Augen gehabt hat. Ich schliesse dies einmal aus der Abbildung, welche gar

nicht zu dem von mir beobachteten Verhalten der Nervenfäden stimmt, und zweitens aus der Angabe, dass die Elemente „in der Nähe der Tastborsten, bez. der körnigen Zellen (der Drüsenzellen) angekommen“ sich dichotomisch verästeln. Dies kann sich nur auf die Muskelfasern beziehen, da die Nervenfäden nicht bis in die Spitze der Tastpapillen hinaufreichen.

Während Eimer zu vielerlei Gewebsbestandtheile im Mesoderm der Ctenophoren nachzuweisen versucht hat, ist Chun nach meiner Ansicht in den entgegengesetzten Irrthum verfallen, indem er überhaupt nur Muskelfasern und Entwicklungsformen von Muskelfasern anerkennt. Chun (6.) hat seine Anschauungen noch nicht im Zusammenhang dargestellt, sondern seine maassgebenden Gesichtspuncte zunächst in einer Kritik von Eimer's Beroidenarbeit niedergelegt. In dieser Kritik sucht er zum Theil mit gleichen Gründen, wie es hier geschehen ist, den Nachweis zu führen, dass kein Unterschied zwischen Bindegewebs- und Nervenfasern existire, dass die Varicositäten der letzteren und die dichten Netze von Primitivfibrillen Kunstproducte seien, hervorgerufen durch die von Eimer angewandten Reagentien, dass auch eine Endigung der feinsten Nervenästchen in Epithelzellen, wobei eine jede der letzteren versorgt werde, durch ihre Anordnungsweise ausgeschlossen sei. Auch in der Beschreibung der Art, in welcher die Muskelfasern verzweigt enden, ohne dabei ihren Charakter zu ändern und zu Nerven zu werden, sind Chun's Angaben und die meinen gleichlautend, wenn wir von einigen unwesentlichen Verhältnissen absehen. Ueberhaupt ist es mehr die Verschiedenartigkeit der Deutungen, auf welche sich die Verschiedenartigkeit des von Chun und mir eingenommenen Standpunkts zurückführen lässt. Ohne die ungleiche Beschaffenheit der Elemente zu läugnen fasst Chun dieselben als verschiedene Entwicklungsstufen derselben Gewebsform, des Muskelgewebes, auf, gestützt auf entwicklungsgeschichtliche Untersuchungen. Zellen, welche anfänglich im Ektoderm gelegen später in das Mesoderm überwandern und hier den Charakter von Bindesubstanzzellen besitzen, sollen sich strecken und lange dünne Fäden werden. Diese Fäden sind ursprünglich gleichartig und differenziren sich nur dadurch, dass einige wenig, andere viel contractile Substanz ausscheiden. Gegen diese entwickelungsgeschichtliche Darstellung habe ich nichts einzuwenden, nur kann ich der Folgerung nicht beitreten, dass Elemente, welche ein gleiches Aussehen während der Entwicklung besitzen, nicht functionell verschieden sein und diese functionelle Verschiedenheit nicht auch

bei fortschreitender histologischer Ausbildung später zu erkennen geben sollten. Ferner muss ich betonen, dass es sich nicht um ein mehr oder weniger von contractiler Substanz handelt, dass vielmehr bei Beroë Fasern von bestimmter Anordnung stets ohne Spur einer contractilen Rindenschicht sind, während eine solche bei den übrigen deutlich erkannt werden kann. Ueber die Verbindungen, welche zwischen Nerven- und Muskelfasern bestehen und auch von Eimer gesehen worden sind, äussert sich der Verfasser zunächst noch nicht mit der Bestimmtheit, welche ein näheres Eingehen auf diesen Punkt möglich macht.

Die hier kurz skizzirte Auffassung hat Chun (9. p. 330) in einer späteren Veröffentlichung insoweit modificirt, als er die Möglichkeit zugiebt, dass ausser Muskelfasern auch noch der Bindesubstanz angehörige Elemente vorhanden sind; hierher rechnet er die sternförmigen Bindesubstanzzellen und einen Theil der Fasern, wie z. B. die Fasern, welche bei Cestus sich zwischen den beiden transversalen Seiten ausspannen; dagegen hält er nach wie vor daran fest, dass keine Nerven in der Gallerte vorkommen.

III. Das Entoderm.

Im Gegensatz zu dem Mesoderm und dem Ektoderm, welche die wichtigsten Organe des Körpers liefern und histologisch in mannigfacher Weise differenzirt sind, ist das Entoderm sehr einförmig beschaffen. Ich kann mich bei der Besprechung desselben kurz fassen, um so mehr, als ich über die Anordnung der entodermalen Gefässcanäle schon oben Einiges mitgetheilt, ihren feineren histologischen Bau aber wenig eingehend untersucht habe. Es wäre somit leicht möglich, dass bei weiteren Beobachtungen die Verschiedenartigkeit des Entoderms sich etwas grösser erweisen möchte, als aus der folgenden Schilderung hervorgeht.

So weit meine Beobachtungen reichen, besteht das Entoderm aus einer einzigen Schicht Epithelzellen, welche in den peripher verlaufenden Gefässen, den Rippen und Tentakelgefässen, stets auf einer Seite abgeflacht ist, auf der anderen Seite dagegen eine ansehnliche Höhe erreicht. Der verdickte und der abgeflachte Theil des Epithels gehn allmählich in einander über und sind sehr regelmässig in der Weise angeordnet, dass der erstere nach der Peripherie, der letztere nach der Axe zu gewandt ist. Die Anordnung erinnert an das Verhalten der Gefässe der Medusen, deren Entoderm überall da, wo es unmittelbar an das Ektoderm angrenzt, ebenfalls hoch cylindrische, auf der andern Seite dage-

gen platte oder cubische Elemente aufweist. Bei den Ctenophoren aber berühren sich Ektoderm und Entoderm nicht, sondern sind durch Gallerte auseinander gedrängt.

Das Epithel der Gefässe ist durch lebhafte Flimmerung ausgezeichnet, welche durch Büschel unter einander verklebter Cilien veranlasst wird. Wenigstens machte es mir bei den wenigen Beobachtungen, die ich im frischen Zustand angestellt habe, den Eindruck, als wären die Geisseln, die man gewöhnlich beschreibt, nichts anderes als Büschel verklebter Wimpern, ähnlich wie wir dies schon beim Ektoderm an verschiedenen Stellen des Körpers gesehen haben.

Besondere Beachtung verdienen im Epithel der Gastrovascularcanäle kleine Oeffnungen, welche der in den Canälen enthaltenen Flüssigkeit gestatten, direct ohne die Epithelzellen zu passiren in die Gallerte überzutreten. Solche Stomata finden sich bei allen Ctenophoren in grosser Menge an sämmtlichen Rippengefässen sowie auch an den bei den Beroiden von den Rippengefässen ausgehenden Gefässverästelungen; in ihrem Vorkommen sind sie auf die mit Plattenepithel bedeckte Seite beschränkt, hier aber, wie mir schien, vollkommen regellos vertheilt. Da ihr Bau überall der gleiche ist, genügt es ihn von einer Art, der Beroë ovatus, zu schildern.

Von der Fläche betrachtet sind die Stomata Rosetten von 8—10 Zellen, welche in einem einfachen Kreis gestellt sind; inmitten des Kreises ist eine kleine Oeffnung erkennbar, welche verschieden gross, nicht selten sogar vollkommen geschlossen sein kann. Die Zellen sind kleiner als die gewöhnlichen Epithelzellen der Umgebung, nur wenig grösser als die in ihnen enthaltenen Kerne; sie tragen zahlreiche Wimpern, welche bei Flächenansichten als eine von Osmiumsäure gebräunte Fasermasse die ringförmige Oeffnung erfüllen.

Optische oder natürliche Querschnitte (Taf. XXI, Fig. 8) zeigen, dass die Zellen des Stoma einen in die Gallerte vorragenden Wulst bilden, in welchen sich das Lumen des Rippengefässes hinein fortsetzt, um schliesslich mit der kleinen terminalen Oeffnung zu enden. Die Flimmern, welche auf der Zellenrosette sitzen, sind nach zwei Richtungen angeordnet, ein Theil ragt durch die Oeffnung in die Gallerte, ein anderer Theil in das Rippengefäss hinein.

Die Zellrosetten besitzen dem Gesagten zufolge vollkommen den Bau von Wimpertrichtern; ihre Bedeutung kann nur darin gesucht werden, dass sie mit Hilfe der Flimmerbewegung Bestand-

theile aus dem Gefäss in die Gallerte oder umgekehrt herübertreten lassen. Da ausser den fixen Gewebsbestandtheilen keine geformten Körper in der Gallerte angetroffen werden, kann es sich hierbei nur um Flüssigkeiten handeln.

Nerven und Muskeln habe ich im Entoderm der Ctenophoren nicht auffinden können, nur an manchen Stellen bin ich auf Zeichnungen aufmerksam geworden, welche auf die Anwesenheit contractiler Elemente deuten. An den Gefässen, welche vom Trichter zu den Rippengefässen verlaufen, zeigt das Epithel eine Streifung, welche durch kleine in der Länge des Gefässes verlaufende und in quere und schräge Reihen gestellte Verdickungen herbeigeführt wird. Auch ist das Gefäss vielfach ringförmig eingeschnürt. Das Aussehen würde sich durch die Annahme erklären, dass contractile Fasern das Gefäss in ringförmigen oder spiralen Zügen umgeben und durch ihre Contractionen kleine Längsfalten und quere Einschnürungen hervorrufen.

Eine Eigenthümlichkeit des Gefässsystems der Beroiden haben wir schon früher in den kleinen rundlichen Zellkörpern kennen gelernt, welche unter dem Epithel der Rippengefässe in der Nähe der Geschlechtsorgane liegen (Taf. XVIII, Fig. 3). Ich brauche hier nur auf die früher gemachten Angaben zu verweisen, zumal da ich über die Bedeutung der Zellen nichts Bestimmtes aussagen kann:

Literatur. Bei der einfachen Beschaffenheit des Entoderms der Ctenophoren ist es natürlich, dass auch in der Literatur nur wenig Angaben über dasselbe vorliegen. Schon ältere Autoren wie M. Edwards (12 u. 13) und Agassiz (3 u. 4) sind auf die Flimmerung in den Gefässen der Ctenophoren aufmerksam geworden, sie geben an, dass sie auf den Trichter und die vom Trichter ausgehenden Hauptstämme beschränkt ist. Auch Fol (18. p. 10) hebt hervor, dass er bei Cestus Veneris nur „im Trichter, in den 4 Radiärgefässen, dem Magen und Tentakelgefäss, dem Trichtercanal, der Cloake, sowie in den 4 oberen Rudergefässen bis zur Stelle, wo sie zum ersten Male umbiegen, einen dichten Belag von Wimperhaaren“ gefunden habe, während sonst ihm Wimpern zu fehlen schienen. Diese Angaben wurden neuerdings von Chun (9. p. 331) dahin berichtigt, dass die für flimmerlos gehaltenen peripheren Gefässe auf einer Seite von einem flimmernden Plattenepithel, auf der anderen Seite — und zwar der nach der Peripherie gewandten — von einem verdickten aber nicht flimmernden Epithel ausgekleidet würden.

Die Wimperrosetten wurden zuerst von Allman (5. p. 285) gefunden, welcher jedoch die Flimmerung und die Oeffnungen übersah und die Gebilde daher als räthselhafte den Gefässen von Beroë ansitzende kissenartige Körper beschrieb. Später wurden sie von Kölliker (26. p. 239) und von Wagener (34. p. 129) richtig als „von flimmernden Zellen begrenzte Stigmata" gedeutet, während Fol (18. p. 10) bei Vexillum zwar die „kleinen Vorsprünge, welche aus rosettenförmig angeordneten Zellen bestehen", aber nicht die Flimmern noch die Oeffnungen beobachtete. Am genauesten haben dann Eimer (14. p. 49) und besonders Chun (9. p. 331) die Organe beschrieben. Eimer vermuthet, dass die Ctenophoren mit Hilfe der Wimperrosetten Wasser in ihr Inneres aufnehmen, verdichten und so das specifische Gewicht des Körpers erhöhen, eine Annahme, die sich wohl schwerlich physikalisch rechtfertigen lässt.

Ueber die Anhäufungen rundlicher Zellen im Epithel der Rippengefässe von Beroë finde ich bei Eimer (14. p. 83) ausführliche Angaben. Ferner erwähnt sie auch Allman (5. p. 285 u. 286) mit dem Bemerken, dass sie früher als Fortsetzungen des Ovars angesehen worden seien, dass sie aber nichts mit demselben zu thun hätten und eher als ein excretorisches Organ angesehen werden könnten.

Allgemeiner Theil.

Bei der Darstellung meiner Untersuchungen über den Bau der Ctenophoren hätte ich mich am liebsten auf eine Schilderung des Gesehenen beschränkt und mich aller Deutungen enthalten, dieselben bis an das Ende dieser Arbeit verschiebend. Wenn ich mich statt dessen entschlossen habe, meine aus den Beobachtungen gewonnene Gesammtauffassung in bestimmter Weise zu formuliren, so geschah es in der Ueberzeugung, dass nur in dieser Weise eine übersichtliche Beschreibung möglich sein würde. Denn den Eindruck eines schwer zu entwirrenden Durcheinanders, welcher sich ganz besonders beim Studium des Mesoderms dem Beobachter aufdrängt, würde der Leser in noch höherem Grade empfinden, wenn er nicht von Anfang an durch eine bestimmte Namengebung in der Menge verschiedengestaltiger Elementartheile orientirt würde.

Eine ausführlichere Rechtfertigung meiner Anschauungen habe ich bisher unterlassen, weil ich von Anfang an in Absicht hatte, hierauf später noch einmal im Zusammenhang zurückzukommen und zugleich die Stellung zu erläutern, welche ich den Arbeiten meiner Vorgänger gegenüber einnehme. Im vorliegenden Falle ist dies ganz besonders nothwendig. Wer die Beschreibungen und Abbildungen von Eimer und Chun unter einander und mit den meinigen vergleicht, wird zu dem Resultat geführt werden, dass dieselben lange nicht so schroff einander gegenüber stehen, als die aus ihnen gezogenen Folgerungen. Unleugbar liegen ja auch in dem Beobachtungstheil wichtige Differenzen vor, aber noch mehr fällt die Allgemeinauffassung eines jeden Einzelnen von uns in die Wagschale, um den Gegensatz der Endresultate zu erklären. Die Gründe hierfür sind in dem histologischen Bau der Ctenophoren selbst gegeben, welcher ein sehr eigenthümlicher ist und sich von dem, was wir hierüber von anderen Thieren kennen, in vielfacher Hinsicht entfernt; steht doch die ganze Bewegungs-

weise mit Hilfe von Ruderplättchen in der Reihe der Metazoen einzig da; auch wüsste ich kein Thier zu nennen, bei welchem eine so weit gehende Differenzirung der Elementartheile mit einem so geringen Grad von organologischer und physiologischer Centralisation vereinigt ist. So kömmt es, dass man bei der Beurtheilung des Baues der Ctenophoren sich weniger als sonst auf Analogieen mit den Verhältnissen anderer Thiere stützen kann und dass überall bei den Deutungen der subjectiven Auffassungsweise des Forschers ein weiter Spielraum gelassen ist.

Im allgemeinen Theile werde ich ausserdem noch eine zweite Frage zu behandeln haben, das Verhältniss der Ctenophoren zu den übrigen Thieren, speciell zu den übrigen Coelenteraten; ich werde dabei auf ihre systematische Stellung nur mit wenigen Worten eingehen, dagegen ausführlicher die Besonderheiten berücksichtigen, durch welche sich die Ctenophoren von anderen Thieren in ihrer organologischen und histologischen Entwicklung unterscheiden.

I. Beurtheilung des Baues der Ctenophoren.

1. Der Bau der Geschlechtsorgane.

Im Bau der Ctenophoren giebt es nur zweierlei Verhältnisse, welche strittig sein können und von den einzelnen Autoren auch in der That verschieden beurtheilt werden: es ist dies 1. der Bau und die Abstammung der Geschlechtsorgane und 2. die Beschaffenheit des Nervenmuskelsystems. Ueber den ersten dieser beiden Punkte kann ich mich kurz fassen, da hier die Fragestellung eine sehr einfache ist; man kann hier nur zweifeln, ob die Geschlechtsorgane sich aus dem Entoderm oder aus dem Ektoderm ableiten. Die ältere früher allgemein angenommene Ansicht, dass sie im Epithel der Rippengefässe, mit anderen Worten also im Entoderm entstehen, ist auch in der Neuzeit noch die maassgebende geblieben und wird namentlich von Chun (7 u. 9) vertreten, während sich zu Gunsten eines ektodermalen Ursprungs bisher nur Claus (11) in der neuesten Auflage seiner „Grundzüge der Zoologie" ausgesprochen hat, ohne sich indessen bei seinen Angaben auf besondere Beobachtungen zu berufen.

Nach meinen Untersuchungen sind die Geschlechtsorgane der Ctenophoren Abkömmlinge des Ektoderms; das Epithel der Körperoberfläche stülpt sich den Rippengefässen entlang in Form von kleinen Säckchen ein, welche in die Gallerte hineinwachsen, bis

sie das entodermale Epithel der Rippengefässe erreichen. Hier angelangt breiten sie sich flach aus und bilden zwei durch einen Spalt, den Genitalsinus, getrennte und an den Rändern in einander übergehende Epithellagen, von denen die eine an das entodermale Epithel, die andere an die mesodermale Gallerte angrenzt. Die erstere erzeugt die Geschlechtsproducte, letztere, ein dünnes Zellenhäutchen, setzt sich in den Strang fort, welcher die Verbindung mit dem Ektoderm bei Cydippe, Callianira und Euplocamis dauernd unterhält und anfänglich noch einen Canal umschliesst, der aber später obliterirt. Die innige Beziehung der Geschlechtsorgane zu dem Gastrovascularsystem, welche frühere Forscher zur Annahme eines entodermalen Ursprungs veranlasst hat, erkläre ich in der schon früher bei den Medusen erläuterten Weise aus dem Nahrungsbedürfniss der Geschlechtszellen. Denn da keine Blutgefässe vorhanden sind, so können Gewebe, welche zu ihrer Existenz reichliche Nahrungsmengen nöthig haben, sich nur in der Nachbarschaft der mit Chymus erfüllten Ausläufer des Darmcanals gedeihlich entwickeln. Ursprünglich mögen wohl die Rippengefässe der Ctenophoren ähnlich den Radialcanälen der Medusen, mit welchen sie ja auch verglichen werden, dicht unter dem Ektoderm gelegen haben und erst später von ihm durch die den Ctenophoren eigenthümliche reichliche Gallertabscheidung abgedrängt worden sein; dabei werden denn auch die Geschlechtsorgane, welche mit den Rippengefässen eng verbunden waren, eine Verlagerung erfahren haben.

Ich verkenne nicht, dass gegen die Darstellung, welche ich hier von der Entwicklungsweise der Geschlechtsorgane gegeben habe, Manches eingewandt werden kann. Ist es mir doch nicht geglückt, bei Beroë Verbindungen der Geschlechtsorgane mit dem Ektoderm nachzuweisen und die von der Hautoberfläche eingestülpten Säckchen, die ich bei Callianira als erste Anlagen der Geschlechtsorgane gedeutet habe, bei anderen Ctenophoren wiederzufinden; ich würde es daher für wünschenswerth halten, wenn durch weitere Untersuchungen, namentlich durch Ausdehnung derselben auf die Larvenstadien, grössere Bestimmtheit in den Resultaten herbeigeführt werden könnte.

2. Der Bau des Nervenmuskelsystems.

Die Frage nach der Existenz eines Nervensystems bei den Ctenophoren hat alle Entwicklungsphasen, die wir auch sonst bei den niederen Thieren verzeichnen können, durchzumachen gehabt

Die ältesten Beobachter wie Eschscholtz (17) und Mertens (31) stellten überhaupt ein Nervensystem in Abrede; spätere Forscher kamen zu sehr widersprechenden Resultaten, wie denn Grant (22) und Patterson (32) einen mit Ganglienknoten ausgestatteten Ringnerven am oberen Pole des Körpers von Cydippe, Forbes (19. p. 147) dagegen einen solchen im Umkreis der Mundöffnung beschrieben haben. Erst als M. Edwards (12) den Sinneskörper am aboralen Körper von Lesueuria, Beroë und anderen Ctenophoren auffand, richtete sich die Aufmerksamkeit fast ausschliesslich auf diesen, und es wurde erörtert, ob man in ihm ein Centralnervensystem vor sich habe oder nicht. Wie M. Edwards so hielten auch Will (35), Frey und Leuckart (20), Gegenbaur (21), Fol (18), Kowalevsky (28) u. A. die epitheliale Verdickung für ein Ganglion, das Bläschen mit dem Otolithenhaufen für ein Auge oder ein Gehörbläschen; ihre Auffassung stiess aber auf Schwierigkeiten, weil es nicht gelang von dem Ganglion aus Nerven nach den peripheren Partieen des Körpers zu verfolgen; denn die 8 Nerven, welche M. Edwards, Gegenbaur und Andere glaubten aufgefunden zu haben, erwiesen sich durch die Untersuchungen von Agassiz (4) als Flimmerrinnen und ebenso wenig bestätigten sich die Angaben über Ganglienknötchen, welche nach Agassiz und M. Edwards zwischen den Ruderplättchen gelegen seien.

In ein neues Stadium trat die Frage nach dem Nervensystem der Rippenquallen, als man auf dem Wege einer eingehenden histologischen Untersuchung nervöse Elemente in der Gallerte nachzuweisen suchte. Nachdem schon Will von Nerven in der Gallerte der Ctenophoren gesprochen hatte, war es zuerst Kölliker (27), welcher bei der Beschreibung der einzelnen Bestandtheile des Mesoderms die Möglichkeit hervorhob, dass ein Theil derselben nervöser Natur sei; er hatte dabei vornehmlich die dünnen Fäden im Auge, welche ich ebenfalls dem Nervensystem zurechne. Die darauf folgende Arbeit Fol's (18) brauche ich hier nur kurz zu erwähnen, weil die in ihr beschriebenen mesodermalen Nerven nicht in ausreichender Weise charakterisirt sind. Dagegen verlangen die in 3 Arbeiten (14—16) vorgetragenen Anschauungen Eimer's eine ausführlichere Besprechung, weil hier zum ersten Male der Satz vertreten wird, dass das Nervensystem der Ctenophoren überhaupt in der Gallerte liege, dass dagegen der gangliöse Körper am aboralen Pole sowie das Epithel der Körperober-

fläche nur den sensiblen Nerven als Endigung dienen und somit Sinnesorgane seien.

Nach Eimer ist die Gallerte nach allen Richtungen hin reichlich von einzeln verlaufenden Nervenfasern und Ganglienzellen durchsetzt, besonders reichlich in einer oberflächlichen Schicht, der „Nervea", welche am aboralen Pole sich etwas verdickt. Die Nervenfasern hängen durch ausserordentlich feine nervöse Netze unter einander und mit den Ganglienzellen zusammen; sie verästeln sich und ihre Endäste innerviren einerseits die Muskulatur, andererseits das Epithel, dessen Zellen sämmtlich von Nervenfasern versorgt werden. Einen wesentlichen Zuwachs erfährt noch das Nervensystem, indem die Muskelfasern an ihren Enden unter dem Epithel sich in Nerven umwandeln, die sich ebenfalls verästeln und an die Epithelzellen herantreten. Diese als Nerven endenden Muskelfasern sind die Neuromuskelfasern Eimer's.

Einen Zusammenhang der mesodermalen Nerven mit dem Sinneskörper am aboralen Pole, welcher von früheren Autoren als Ganglion beschrieben worden war, konnte Eimer nicht nachweisen, wenn er ihn auch für wahrscheinlich hält; er glaubt daher zur Annahme berechtigt zu sein, dass keine Ansammlung der Nerven im Sinneskörper stattfindet, mit anderen Worten, dass derselbe kein Centralorgan ist.

Eimer hat ferner auf physiologischem Wege sich über die Beschaffenheit des Nervensystems Klarheit zu verschaffen gesucht. Er zerschnitt Beroiden in 3 in der Längsaxe auf einander folgende Stücke, so dass eines den Mund, ein anderes den Sinneskörper enthielt, das dritte aus dem mittleren Körperabschnitt gebildet wurde. Alle drei Theilstücke zeigten fast gar keine Verschiedenheiten sowohl im Vergleich zu einander als auch im Vergleich zu unverletzten Thieren, nur erholte sich das Stück mit dem Sinneskörper rascher als die übrigen.

Bei einem zweiten Versuch wurde der Zusammenhang in einer Schwimmplättchenreihe unterbrochen, indem einige Plättchen mit der unterliegenden Gallerte herausgeschnitten wurden. Zuerst fing der obere mit dem Sinneskörper in Zusammenhang stehende Abschnitt an seine Ruder zu bewegen, später trat auch der untere in normale Function; dabei herrschte zunächst noch ein verschiedener Rythmus in beiden Theilen, bis nach einiger Zeit sich auch hierin das normale Verhältniss wieder hergestellt hatte. Ferner brachte anfänglich Berührung des einen Theils nur diesen, nicht den anderen zum Stillstand, allmählich aber kam es wenigstens

so weit, dass wenn man den oberen Theil reizte, auch der untere aufhörte zu schlagen, während der obere nicht vom unteren aus in seiner Action gehemmt wurde. Wenn man mittelst eines circulären Schnittes den Zusammenhang in allen Reihen der Ruderplättchen aufhob, stellte sich die physiologische Continuität nicht vollkommen her.

Durch seine physiologischen Beobachtungen wird Eimer zu demselben Resultat geführt, zu dem er mit Hilfe histologischer Untersuchungen gelangt ist, dass ein streng localisirtes Centralnervensystem den Ctenophoren abgeht, dass dagegen nervöse Elemente durch den ganzen Körper verbreitet, wenn auch etwas reichlicher am aboralen Pole angehäuft seien. Der niedrige Entwicklungsgrad der nervösen Apparate spreche sich auch in der Fähigkeit aus, für einander zu vicariiren; in dieser Weise sei es zu erklären, dass durch Einschnitte Störungen in den Functionen herbeigeführt werden könnten, dass diese Störungen aber nach einiger Zeit wieder ausgeglichen würden.

Mit der allgemeinen Beurtheilung, welche das Nervenmuskelsystem der Ctenophoren durch Eimer erfahren hat, stimme ich der Hauptsache nach überein; ich bin gleichfalls der Ansicht, dass ein ächtes Nervensystem vorhanden ist und dass Elemente desselben auch in der Gallerte angetroffen werden, dass diese letzteren diffus im Körper verbreitet sind und eine irgend wie erheblichere Centralisation vermissen lassen; auch billige ich die von Eimer nach dieser Richtung angestellten Experimente. Wenngleich ich keine Zeit zu methodischen Versuchen hatte und nur gelegentlich Beobachtungen sammeln konnte, so ist es mir gleichwohl aufgefallen, wie wenig die Bewegungen sowohl des gesammten Körpers als auch einzelner Plättchenreihen dadurch beeinflusst werden, dass man den Zusammenhang mit dem aboralen Polende, resp. dem hier gelegenen Sinneskörper unterbricht.

Indessen die Uebereinstimmung beschränkt sich auch nur auf diese Fragen allgemeinster Natur; fast überall dagegen, wo es sich darum handelt, die Grundanschauung im Einzelnen durchzuführen, stehen Eimer und ich auf ganz verschiedenem Boden. Um nur das Wichtigste herauszugreifen, so kann ich alle Angaben über Ganglienzellen der Gallerte, über die Anhäufung nervöser Elemente in der Nervea, über die Endigung der Nerven im Epithel nicht bestätigen; ich muss auf das Bestimmteste bestreiten, dass die Muskelfasern an ihrem peripheren Ende in Nervenfäden übergehn und so Neuromuskelzellen bilden. In den Varicosi-

täten, welche nach Eimer vollständige Uebergangsformen zu Ganglienzellen bieten sollen, erblicke ich Kunstproducte, welche um so mehr hervortreten, je schlechter die Conservirung der Gewebe ist, und halte daher auch nicht den Unterschied, welchen Eimer zwischen den varicösen Nervenfasern und den nicht varicösen Bindegewebsfasern macht, für sachlich begründet. Andererseits finde ich einen sehr entwickelten Nervenplexus im Ektoderm, wo Eimer keine Nerven hat beobachten können.

Das Alles sind so fundamentale Differenzen, veranlasst durch Verschiedenartigkeit in den Beobachtungen, dass die Bilder, welche ein jeder von uns vom Bau des Nervensystems entwirft, völlig verschieden ausfallen, wie sehr wir uns auch nahe stehen in den allgemeinen Gesichtspunkten, namentlich in der physiologischen Anschauungsweise, mit welcher wir an die Beurtheilung der Ctenophoren herangehen. Ganz besonders treten diese Differenzen da in den Vordergrund, wo es sich handelt, die Bedeutung zu bestimmen, welche die Ctenophoren für die Frage nach der phylogenetischen Entwicklung des Nervensystems besitzen, eine Frage, auf welche ich im zweiten Abschnitt des allgemeinen Theils noch einmal zurückkommen werde.

Der Auffassung Eimer's steht diametral die Auffassung Chun's (6) gegenüber, welcher durch seine Untersuchungen zu dem Ergebniss geführt worden ist, dass im Mesoderm jegliche Nerven fehlen und die Muskeln sich ohne Innervation auf directe Reizung hin contrahiren. Wir wollen gleich hier Halt machen und die Frage prüfen, ob diese Annahme sich mit den Lebenserscheinungen der Ctenophoren vereinbaren lässt. Die Erfahrung lehrt, dass Reize im Körper der Ctenophoren rasch fortgeleitet werden. Berührung einer Beroë veranlasst das Thier zu momentanen Contractionen, bei denen der Trichterpol und die Plättchenreihen eingezogen und weit auseinander gelegene Muskelmassen gleichzeitig in Thätigkeit versetzt werden. Nun wissen wir ferner, dass die Muskelfasern einzeln, durch Gallerte von einander getrennt, verlaufen und nur durch feine Fäden unter einander verbunden werden. Eine Uebertragung des Reizes von Muskelfaser auf Muskelfaser durch die gallertige Grundsubstanz kann von vornherein als ausgeschlossen angesehen werden, da überall im Thierreich die Bindesubstanzen isolirend wirken. So bleiben allein die verbindenden Fäden übrig, welche als Leitungsbahnen functioniren könnten. Chun schwankt in der Deutung dieser Fäden, ob es Muskel- oder Bindegewebsfasern seien. Würden wir es mit Binde-

gewebsfasern zu thun haben, so wäre abermals das Zustandekommen der Reizübertragung unverständlich, da die Bindegewebsfasern hierzu eben sowenig geeignet sein würden, wie die Gallerte. Wollten wir aber annehmen, dass die Fasern dem Muskelsystem angehören, dann hätten wir das paradoxe Verhältniss, dass Muskeln, welche nach ihrer Verlaufsrichtung einander antagonistisch wirken müssen, nur gleichzeitig sich contrahiren könnten. Denn die in Rede stehenden Fäden sind im Allgemeinen senkrecht zum Verlauf der Muskelfasern, mit denen sie sich verbinden, angeordnet. Auch würde die hier vorausgesetzte Annahme keine Stütze in der Beobachtung finden, welche vielmehr lehrt, dass in den Verbindungsfäden jegliche Spur von contractiler Substanz vermisst wird. Auf Grund aller dieser Erwägungen scheinen mir die Lebenserscheinungen der Ctenophoren sich nur schwierig mit der Ansicht, dass die Nerven im Mesoderm der Ctenophoren fehlen, vereinbaren zu lassen.

In seiner weiteren Darstellung legt Chun den Hauptnachdruck darauf, dass es ihm gelungen sei, ein ektodermales Nervensystem nachzuweisen, welches keine Beziehungen zu den mesodermalen Elementen besitze; zu demselben rechnet er den Sinneskörper und die 8 Meridianstreifen. Um dies zu verstehen, müssen wir etwas genauer auf die Beobachtungen Chun's eingehen.

Der Sinneskörper ist, wie wir oben gesehen haben, eine Ektoderm-Verdickung, welche eine aus feinen starren Fasern bestehende glockenförmig gewölbte Platte trägt und mit dieser gemeinsam ein unvollkommen geschlossenes Bläschen bildet. Im Centrum des Bläschens liegt ein Haufen von Otolithen, getragen von 4 schwingenden Federn, durch deren Thätigkeit er in eine schwach zitternde Bewegung versetzt wird. Von einer jeden Feder gehen zwei Flimmerstreifen an die zwei auf einen Quadranten entfallenden Plättchenreihen; ihre Flimmern stossen einerseits an die Feder, andererseits an die ersten Plättchen, sie sind reihenweis gestellt und durch besondere Form ausgezeichnet, indem ihr letztes Drittel gegen die zwei vorhergehenden rechtwinkelig umgebogen ist; das rechtwinkelig umgebogene Ende einer Wimper ruht dabei auf dem Ende der nächstfolgenden.

Der ganze Apparat functionirt nun nach Chun in folgender Weise. „Indem die Feder an den Otolithen anschlägt, zieht sie die nächsten Cilien an, mit denen sie theilweise verschmilzt“; „letztere pflanzen mechanisch den einmal ausgeübten Zug fort“. So kommt es, dass der durch Anschlagen einer der 4 Federn an

die Otolithen gegebene Bewegungsanstoss vermittelst des durch Cilienplatten und Flimmerrinnen gebildeten Leitungsapparates in kürzester Zeit auf die beiden Schwimmplättchen des entsprechenden Quadranten übertragen wird." „Die Bewegung der Ctenophoren vermittelst Schwimmplättchen wird demnach in dem Sinnesorgan regulirt." Gestützt auf diese Ergebnisse erklärt Chun „das nach Analogie eines Gehörorgans niederer Thiere gebaute Sinnesorgan mitsammt den Polplatten für das Centralnervensystem der Rippenquallen und die von ihm ausstrahlenden acht Radiär- oder Flimmerrinnen nebst den 8 Ruderreihen für ebensoviele von demselben ausstrahlende Nerven"; und so kommt er „zu der ganz vereinzelt dastehenden Thatsache, dass ein Theil des Centralnervensystems locomotorische Functionen ausübe."

Bei einer Beurtheilung der hier kurz zusammengefassten Resultate der Chun'schen Arbeit, müssen wir zweierlei auseinanderhalten: 1. die Darstellung, welche Chun von der Wirkungsweise des Apparats gegeben hat und 2. die darauf basirende Deutung des Apparats als Nervensystem.

Was den ersten Punkt anlangt, so ist durch Beobachtung nur das Eine festgestellt und auch von mir bestätigt worden, dass jede Bewegung der Otolithenfeder in Form einer Welle sich auf die Wimperrinnen und schliesslich auch auf die Plättchenreihen fortpflanzt; ob diese Fortleitung in der einfachen Weise, wie Chun will, rein mechanisch erfolgt, ist zunächst noch gar nicht entschieden und mir persönlich wenig wahrscheinlich. Denn ich kann mir nicht recht vorstellen, wie eine Wimper die nächstfolgende anziehen soll, noch weniger kann ich es für eine durch die Beobachtung bewiesene Thatsache ansehen, dass die Wimpern theilweise mit einander verschmelzen; um dergleichen Dinge mit Sicherheit erkennen zu können, müssten die Wimpern derbere Gebilde sein, als sie es in Wirklichkeit sind, dagegen lässt es sich wohl denken, dass von Zelle zu Zelle der Reiz fortgeleitet wird und dass das Fortschreiten der Wimperbewegung nur eine Folge dieser Reizübertragung ist.

Noch in höherem Grade anfechtbar ist die Ansicht, dass der Otolithenhaufen mit seinen Federn eine Art Centrum sei, welches nicht allein die Bewegungen auslöst, sondern sie zugleich auch moderirt. Denn wenn man den Sinneskörper herausschneidet, so hat das keinen ersichtlichen Einfluss auf das Thier, dessen Ruderplättchen nach wie vor in regelmässiger Weise weiterschwingen. Auch findet die Ansicht nicht die geringste Stütze im Bau des

Organs. Wenn der Zweck des letzteren nur darin besteht, die Enden von 8 Flimmerreihen in Bewegung zu versetzen, wozu ist dann der Otolithenhaufen vorhanden? Das Anschlagen gegen denselben kann doch unmöglich nöthig sein, damit die Bewegung der Wimperfedern sich den ersten Flimmern mittheile; eine andere Annahme aber, dass das Balancement des Otolithen den Wimperfedern die ersten Impulse verleihe, würde so irrationel sein, dass ich nicht einmal wage sie ernstlich zu bekämpfen.

Auf ganz andere Vorstellungen werden wir hingewiesen, wenn wir uns über die Function des räthselhaften Organs orientiren, indem wir analog gebaute Apparate aus besser bekannten höheren Thierabtheilungen zum Vergleich heranziehen. Hierbei kann es gar nicht zweifelhaft sein und ist bisher auch von Jedem, welcher nicht der höchst unglücklichen Hypothese von der Augennatur des Sinneskörpers beipflichtete, zugegeben worden, dass der Sinneskörper nach demselben Princip gebaut ist, wie die Hörbläschen der Wirbellosen. Wir haben in beiden Fällen einen Haufen von Otolithen, der in einem mehr oder minder geschlossenen von Flüssigkeit erfüllten Bläschen in sehr beweglicher Weise suspendirt ist; wie in der Mehrzahl der Fälle, so wird auch im Sinneskörper der Otolithenhaufen von besonders modificirten Wimpern, den Wimperfedern, getragen. Endlich fehlen auch feinere Flimmern zwischen diesen Wimperfedern nicht, welche die Schwingungen des Otolithen zur Wahrnehmung bringen könnten.

Bei dieser grossen anatomischen Aehnlichkeit liegt es am nächsten auch an eine physiologische Verwandtschaft des Sinneskörpers und der Hörbläschen zu denken und unter allen Umständen an der Deutung festzuhalten, dass ein Sinnesorgan gegeben ist, mit anderen Worten ein Apparat, in welchem Bewegungen percipirt, nicht Bewegungen ausgelöst werden. Welcher Art nun die durch den Sinneskörper vermittelten Wahrnehmungen sind, das wird sich wohl überhaupt kaum mit Sicherheit feststellen lassen und enthalte ich mich jeder Muthmaassungen über diesen Punkt. Nur Eins möchte ich noch hervorheben, dass es bei der physiologischen Deutung des Organs nicht nothwendig ist, seine Beziehungen zu den Meridianstreifen in Betracht zu ziehen. Diese Beziehungen werden auch verständlich, wenn wir der allgemeinen Anschauung folgend annehmen, dass die Wimperfedern und die Ruderplättchen Theile einer Reihe homodynamer Elemente sind und sich beide unter Anpassung an verschiedene Leistungen nach verschiedenen Richtungen hin differenzirt haben.

Die hier gegen die functionelle Deutung des Sinneskörpers und die Meridianstreifen geltend gemachten Einwände sind nicht die einzigen Gründe, welche mich verhindern in den genannten Theilen ein Centralnervensystem zu erblicken; vielmehr bin ich der Ansicht, dass wenn Alles sich so verhielte, wie Chun will, wenn die Wimperfedern die Regulatoren für die Function der Meridianstreifen wären und die Wimperrinnen die Reize auf die Ruderreihen übertrügen, Chun gleichwohl genöthigt sein würde, den Ctenophoren von seinem Standpunkt aus ein Nervensystem abzusprechen. Denn die Begriffe Nerv, Nervensystem und Centralorgan des Nervensystems sind anatomisch, histologisch und physiologisch genau bestimmt und können nicht nach dem Belieben des Einzelnen in einem anderen Sinne als üblich angewandt werden. Unter Nerven verstehen wir Fäden, welche der Fortleitung von Reizen dienen und aus Umwandlung von Zellen entstanden sind; eine reichlichere Anhäufung von Nervenfäden ist für den Begriff eines Centralorgans unerlässlich. Beides würde in dem vorliegenden Falle nicht zutreffen, nach Chun's eigener Darstellung würde ja die Uebertragung des Reizes vom Centralorgan auf die Flimmerrinnen und die Fortleitung innerhalb derselben durch das Anschlagen von Wimper an Wimper herbeigeführt werden. Mit demselben Recht, mit welchem die Flimmerrinnen als Nerven bezeichnet werden, könnte man jedes Wimperepithel zum Nervensystem rechnen und könnte man auch bei einzelligen Organismen wie den Infusorien von Nerven reden.

Bei der voranstehenden Beurtheilung der Arbeiten meiner Vorgänger habe ich zum Theil schon die Gesichtspunkte hervorgehoben, von welchen ich bei der Beurtheilung der Ctenophoren ausgehe; ich brauche daher dem Gesagten nur noch Weniges hinzuzufügen, wenn ich jetzt auf eine zusammenfassende Darstellung meiner Befunde und eine Rechtfertigung meiner Deutungen übergehe.

Das Nervensystem der Ctenophoren besteht aus einem ektodermalen und einem mesodermalen Theile. Der erstere tritt in Form eines gangliösen Plexus auf, welcher dicht unter dem Epithel gelegen ist und die ganze Körperoberfläche gleichförmig überzieht, er lässt sich bei Beroë auch auf den Magen verfolgen, wo er durch die Ausbildung der starken ektodermalen Muskellage vom Epithel abgedrängt worden ist und daher seinen Platz zwischen Gallerte und Muskulatur einnimmt. Die Maschen seines Netzes werden nur von spärlichen (2—3) Nervenfäserchen begrenzt, welche ihrem Ursprung nach die Ausläufer multipolarer in den

Maschenecken gelegener Ganglienzellen sind und in ihrem Verlaufe sich mehrfach verästeln. Nirgends macht sich in dem Plexus eine beginnende Centralisation durch Anhäufung einer grösseren Anzahl von Ganglienzellen geltend, nicht einmal im Umkreis des Sinneskörpers, welcher daher nicht als Centralnervensystem gedeutet werden kann und ausschliesslich den Werth eines Sinnesorgans besitzt. Desgleichen sind auch an den Polfeldern, den Wimperrinnen und Plättchenreihen die Maschen entweder gar nicht oder nur in einer wenig auffälligen Weise enger als an anderen Orten.

Obwohl eine Verbindung der Elemente des Plexus mit den Sinneszellen des Hörbläschens und der Polfeder und den modificirten Wimperzellen der Flimmerrinnen und Plättchenreihen a priori als wahrscheinlich angesehen werden muss, so hat sie gleichwohl nicht nachgewiesen werden können. Nicht einmal war es möglich, nervöse Fortsätze an den Zellen ausfindig zu machen; ein Gleiches gilt auch von den Tastzellen, welche, überall im Epithel zerstreut, besonders im Umkreis der Mundöffnung von Beroë vorkommen. Ich verkenne nicht, dass in der Erfolglosigkeit meiner nach dieser Richtung hin angestellten Untersuchungen ein erheblicher Einwand auch gegen meine Resultate hinsichtlich des ektodermalen Nervensystems gegeben ist; ich halte ihn aber auch für den einzigen; denn die Beschaffenheit des Plexus, seine Verbreitungsweise und Lagerung sprechen sehr zu Gunsten der vorgetragenen Ansichten, zumal wenn wir die ähnlichen Verhältnisse, welche mein Bruder und ich früher bei Medusen, ersterer allein neuerdings auch bei Sagitten aufgefunden hat, zum Vergleich heranziehen. Auch müssen wir im Auge behalten, dass bei der Ungunst der Beobachtungsbedingungen der Zusammenhang der Ganglienzellen mit den Elementen der Sinnesorgane wohl vorhanden sein kann, ohne dass er sich leicht demonstriren liesse. Von welchem Nutzen möchten wohl Sinneszellen sein, wenn die in ihnen zu Stande kommenden Empfindungen nicht durch Nerven fortgeleitet werden könnten?

Als einen besonderen Abschnitt des ektodermalen Nerven-Muskelsystems habe ich oben den Tentakelapparat dargestellt, welcher für das Studium der ektodermalen Muskeln ein hervorragendes Interesse besitzt, da dieselben hier unter Formen, welche sonst im Thierreich nicht angetroffen werden, auftreten. Sie sind Fasern von enormer Länge und gehen an ihrer Basis über in reihenförmig gestellte Epithelzellen, aus deren Umwandlung sie entstehen; sie wachsen somit senkrecht zur Oberfläche des Epithels hervor.

Weniger zufriedenstellend waren die Beobachtungen über Nervenfasern im Tentakel, wenn auch die grosse Zahl von Tastzellen und die Empfindlichkeit und Leistungsfähigkeit des Apparats einen Reichthum an nervösen Elementen erwarten liessen. Ausser den Muskeln habe ich zwar noch mancherlei faserige Bestandtheile kennen gelernt, feinste Fasern unter dem Epithel, zwischen den Muskeln und endlich auch in der Mitte des Tentakels im Axenstrang. Aber alle zeigten einen so aussergewöhnlichen Habitus, dass ich mich nicht leicht entschlossen habe, sie als Nerven zu deuten; namentlich war ich bei der Beurtheilung des Axenstrangs lange zweifelhaft, da es bei seiner Lage in der Mitte des Tentakels und unter Berücksichtigung der analogen Verhältnisse bei Medusen nahe lag, in ihm eine rudimentäre entodermale Axe zu erblicken. Ich habe mich daher vielfach bemüht an jungen Thieren einen Zusammenhang des Strangs mit dem Epithel der Tentakelgefässe nachzuweisen; aber die Erfolglosigkeit dieser Anstrengungen führte mich immer wieder zu der im speciellen Theil vertretenen Anschauung zurück, dass es sich um ein ektodermales Differenzirungsproduct handele.

Als den mesodermalen Theil des Nervensystems betrachte ich eine grosse Zahl feinster Fäden, welche von Strecke zu Strecke mit spindeligen Kernen ausgestattet und von einer Hülle, einem Neurilemm, umhüllt sind. Sie verlaufen einzeln wie die Muskelfasern in der Gallerte und endigen beiderseits verästelt am Epithel, wobei sie eine Strecke weit unter demselben hinziehen und nach ihm zu feine Ausläufer abgeben. Wahrscheinlich hängen die Ausläufer mit den Fäden des ektodermalen Plexus zusammen, wenn es auch nicht durch directe Beobachtung hat nachgewiesen werden können; dagegen wird die Ansicht Eimer's, dass je ein Nervenende an eine Epithelzelle herantrete und dass alle Epithelzellen auf diese Weise versorgt werden, schon durch die geringere Zahl und abweichende Anordnungsweise der Nervenenden widerlegt.

Gewöhnlich halten die Nervenfäden bei ihrem Verlauf durch die Gallerte eine Richtung ein, welche zur Richtung der Muskelfasern senkrecht ist; wo sie die letzteren kreuzen, verbinden sie sich mit ihnen mittelst kurzer Seitenäste, die an der Muskelfaser mit einer dreieckigen Verbreiterung aufhören. In ähnlicher Weise anastomosiren die Nervenfäden auch unter einander.

In der Vertheilung der Nervenfäden in der Gallerte herrscht im Allgemeinen eine grosse Regellosigkeit bei den Ctenophoren;

constant finden sich bei allen Arten nur die 8 unter den Meridianstreifen verlaufenden Nervenzüge wieder.

Wenn ich die beschriebenen Elemente dem Nervensystem zurechne, so werde ich hierzu durch folgende Ueberlegungen bestimmt. Zunächst ist für mich die schon oben vertheidigte Grundanschauung maassgebend, dass die Lebenserscheinungen der Ctenophoren nicht gut ohne die Annahme eines mesodermalen Nervensystems verständlich sein möchten. Seitdem durch die neueren Untersuchungen mit Sicherheit Nerven bei den Medusen und Actinien nachgewiesen worden sind, ist kein Fall im Thierreich bekannt, in welchem complicirtere und raschere Muskelbewegungen ohne gleichzeitige Anwesenheit von Nerven zu Stande kämen. Sollten die Ctenophoren in dieser Hinsicht eine Ausnahme machen?

Ferner erinnern die Nervenfäden der Ctenophoren in ihrem histologischen Verhalten an die Nervenfäden wirbelloser Thiere, sie bestehen aus einer zarten und weichen Masse, weshalb sie eine Tendenz zur Bildung von Varicositäten besitzen; die zeitweilig von ihnen entspringenden Seitenäste verbinden sich mit den Muskelfäden in einer Weise, welche den Nervenendigungen an den Muskeln der Tardigraden so ähnlich ist, dass schon vor längerer Zeit Kölliker durch dies Verhalten zur Frage veranlasst wurde, ob die Fäden nicht in der That auch Nerven seien.

Auf der anderen Seite treten aber in der histologischen Beschaffenheit auch manche Eigenthümlichkeiten hervor, welche wir sonst nicht an Nerven beobachten. Die Nerven höherer Thiere entspringen aus den Centralorganen als Fäden von ansehnlicher Dicke und verästeln sich nach der Peripherie, bis die letzten Enden entweder in einem Sinnesorgan oder an einer Muskelfaser aufhören. Die Nervenfäden der Ctenophoren dagegen sind beiderseits gleichförmig verästelt; niemals treten die Endäste an die Muskeln heran, welche stets durch kleine seitliche Abzweigungen versorgt werden. Allein abgesehen davon, dass man das abweichende Verhalten aus dem Mangel an Centralisation des Nervensystems erklären kann, so würden uns noch grössere Verlegenheiten entstehen, wenn wir die Nervenfasern der Ctenophoren mit anderweitigen Gewebselementen vergleichen wollten.

Waren die Fäden Muskeln, wie würde es sich dann erklären, dass sie bei Cydippe hormiphora einen ganz anderen Bau besitzen, als die charakteristischen Muskelbänder dieser Art? wie ist mit dieser Ansicht weiter der Mangel contractiler Substanz vereinbar? Man könnte nun annehmen, dass die contractile Substanz erst noch

gebildet werden solle, dass die feinen Fäden Entwicklungszustände contractiler Fasern seien. Dem steht aber die Thatsache gegenüber, dass die Fäden im Körper der Ctenophoren einen bestimmten Verlauf einhalten und, wie dies namentlich für Beroë und die Tastpapillen von Eucharis nachgewiesen werden kann, bei jungen und alten Thieren ganz gleichartig sind, wodurch es unmöglich gemacht wird sie als Entwicklungsformen zu deuten.

Es bliebe schliesslich nur noch der Vergleich mit den Stützfasern übrig, wie sie in den Geweben pelagischer Thiere vorkommen und der zarten Gallerte grössere Festigkeit verleihen. Ich kenne dieselben sowohl von den Medusen als auch von den pelagischen Schnecken (Phyllirhoë und Heteropoden). Bei ersteren sind die Fasern kernlos, vollkommen homogen und an beiden Enden verästelt, durch Osmiumsäure werden sie etwas gebräunt. Bei letzteren sind sie dünne Platten, die sich an beiden Enden dichotomisch verästeln, indem die Platte zunächst zwei Fortsätze bildet, diese sich wieder theilen, bis schliesslich feinste starre Fädchen entstanden sind. Man kann sich das Ganze am besten vorstellen, wenn man einen breiten Papierstreifen von den Enden aus der Länge nach einschneidet, sodass ein Mittelstück unversehrt bleibt, die Endtheile aber mit jedem neuen Schnitt weniger tief gespalten werden. An dem soliden Mittelstück findet sich nun stets eine Bildungszelle für die Stützfaser vor, eine Protoplasmamasse mit Kern, welche einer der beiden Breitseiten äusserlich angefügt ist.

Die Stützfasern der Medusen sind von den hier als Nerven gedeuteten Elementen schon hinlänglich durch den Mangel der Kerne unterschieden; aber auch die Stützfasern der genannten Mollusken, obwohl sie im Anschluss an Zellen entstanden sind, zeigen in ihrem Bau wichtige Differenzen; sie sind von ihrer Bildungszelle scharf gesondert und bewahren den ihnen eigenthümlichen Charakter starrer fester Gebilde bis in ihre feinsten Ausläufer, während die Enden der Ctenophorennerven Zellen sind, welche zahlreiche Endfäden aussenden. Nirgends verbinden sich die Stützfasern unter einander, noch treten sie in Beziehung zu den Muskelfasern, wenn ihnen hierzu auch vielfach Gelegenheit geboten wird, während dieses Merkmal bei den Ctenophoren so leicht zu constatiren ist.

Das Resultat der histologischen Beurtheilung der feinen in der Gallerte der Ctenophoren verlaufenden Fäden kann ich wohl dahin zusammenfassen, dass sie mit keinerlei bekannten Elementen aus den Geweben höherer Thiere eine grössere Uebereinstimmung

besitzen, dass sie sich aber am meisten noch mit den Nervenfasern der Wirbellosen vergleichen lassen. Dies zusammen genommen mit den allgemeinen Erwägungen, welche mir die Anwesenheit eines mesodermalen Nervensystems als ein physiologisches Erforderniss erscheinen lassen, bestimmen mich die Fäden für Nerven zu erklären.

Ich möchte diese Erörterungen nicht abschliessen, ohne mein Bedauern auszudrücken, dass ich keine Gelegenheit gehabt habe, jetzt, nachdem ich mich durch die Bearbeitung conservirten Materials über die Verlaufsrichtung der Elemente in der Ctenophorengallerte orientirt habe, noch einmal lebende Thiere zu untersuchen; es wäre dann vielleicht möglich gewesen, die Charakteristik der mesodermalen Theile noch schärfer zu fassen, als es oben geschehen ist. Namentlich will ich auf zwei Punkte aufmerksam machen, erstens wäre eine methodische Behandlung mit Reagentien wünschenswerth, zweitens aber könnte wohl die Untersuchung mit dem Polarisationsmikroskope für die Unterscheidung muskulöser und anderweitiger Fasern gute Dienste leisten.

II. Stellung der Ctenophoren zu den übrigen Coelenteraten.

Als Eimer in seiner Arbeit über Beroë ovatus das Nervenmuskelsystem besonders eingehend beschrieb, kam er zu dem Resultat, dass dasselbe für das Verständniss der phyletischen Entwicklung der Nerven und Muskeln im Thierreiche eine ganz ausserordentliche Bedeutung besitze. Er knüpfte hierbei an zweierlei Verhältnisse an, einmal an die durch zahlreiche entwicklungsgeschichtliche Beobachtungen bewiesene Thatsache, dass bei den höheren Thieren, den Arthropoden namentlich und den Wirbelthieren, das Nervensystem von dem äusseren Keimblatt aus gebildet werde, und zweitens an die kurz zuvor von Kleinenberg in seiner Monographie der Hydra vorgetragene Neuromuskeltheorie. Bei Beroë solle der Neuromuskelapparat eine höhere Ausbildung erfahren haben als bei Hydra, indem die Nerven auch morphologisch erkennbar seien, was für Hydra nicht zutreffe; ferner erinnere das Nervensystem an Zustände, welche bei höheren Thieren entwicklungsgeschichtlich durchlaufen würden. Denn „die Auffassung des verdickten das aborale Körperende von Beroë bedeckenden Theils der Nervea als Centralorgan des Nervensystems würde, sobald wir die letztere als Abkömmling des Ektoderms betrach-

ten, mit dem Gesetz vom Connex zwischen Entwicklungsgeschichte und Phylogenie in höchster Uebereinstimmung stehen."

Da ich schon früher zu den Beobachtungen Eimer's eine bestimmte Stellung genommen habe, so ist es überflüssig noch weiter zu erörtern, wie wenig feststehend die empirische Grundlage ist, auf welcher die referirten phylogenetischen Folgerungen aufgebaut werden; es bleibt mir nur übrig zu zeigen, dass Eimer die Bedeutung der Ctenophoren falsch beurtheilt hat, selbst wenn man voraussetzen wollte, dass er ein richtiges Bild von ihrem Nervenmuskelsystem entworfen habe.

1. Giebt es bei höheren Thieren ein Stadium in der Entwicklung des Nervensystems, welches dem ausgebildeten Nervensystem der Ctenophoren vergleichbar wäre und durch dasselbe in irgend welcher Weise näher erläutert würde? Um diese Frage zu beantworten stelle ich mit wenigen Worten die einschlägigen Verhältnisse einander gegenüber.

Das Nervensystem der meisten Thiere, welche die Classe der Coelenteraten an Höhe der Organisation übertreffen, liegt im Mesoderm, entwickelt sich dagegen aus dem äusseren Keimblatt; ebenso verbreiten sich auch die Nervenfäserchen der Ctenophoren in der Gallerte, welche von allen Autoren mit Recht als Mesoderm bezeichnet wird; sie entstehen, wie dies zuerst durch Kowalevsky bewiesen wurde, aus amoeboiden Zellen, welche eingewanderte Zellen des äusseren Keimblatts sind. Beide Formen des Nervensystems haben somit ihre Lagerung im Mesoderm und ihre Abstammung aus dem Ektoblast gemeinsam, so dass in dieser Hinsicht kein erklärendes Licht von dem einen auf das andere fallen kann; sie unterscheiden sich von einander, insofern das Nervensystem der höheren Thiere, wenigstens das Centralorgan, als ein einheitlicher in sich abgegliederter Apparat im äusseren Keimblatt angelegt wird und als solcher in das Mesoderm übertritt, während bei den Ctenophoren es sich von Anfang an um isolirte Zellen handelt, welche auch später im Mesoderm sich nicht zu einem Centralorgan vereinigen; ob dieselben oberflächlich reichlicher als in den tieferen Gallertschichten sind, ist principiell vollkommen gleichgültig.

Sollte nun die Auffassung Eimer's nicht gegenstandslos sein, so würde sie die Annahme voraussetzen, dass auch bei den Thieren mit einheitlichem mesodermalem Centralnervensystem die Elemente desselben ursprünglich zerstreut im Mesoderm gelegen und erst secundär zu einem Centralorgan zusammengetreten wären.

Diese Annahme, welche ich übrigens auf keiner Seite der Eimer'schen Arbeit ausgesprochen finde, ist mit den entwicklungsgeschichtlichen Thatsachen unvereinbar und wird durch die vergleichende Anatomie des Nervensystems direct widerlegt. Bei zahlreichen Würmern, den Sagitten und vielen Anneliden, und bei vielen Echinodermen, den Asteriden und Crinoiden, findet sich das Nervensystem noch im Ektoderm, aber schon zu einem einheitlichen Organ umgebildet; bei anderen Anneliden ist es in die Tiefe gerückt, liegt aber noch ausserhalb der Muskulatur; schliesslich treffen wir es in der Mehrzahl der Fälle durch die Wucherung des Muskelschlauchs vom Integument abgedrängt. Auf diese Thatsachen, welche, als Eimer's Studien auf Capri erschienen, zum Theil schon bekannt waren, müssen wir zurückgreifen, wenn wir uns im Allgemeinen von der phyletischen Entwicklung des Nervensystems bei Arthropoden und Wirbelthieren Vorstellungen bilden wollen.

2. Was nun ferner das Verhältniss der Ctenophoren zu den übrigen Coelenteraten anlangt, was haben denn die Neuromuskelzellen der Beroë mit denen der Hydra gemeinsam? doch nur das Eine, dass in dem einen wie in dem anderen Falle ein continuirlicher Zusammenhang von Nerv und Muskel angenommen wird, der ja bekanntlich auch für die Nerven und Muskeln der höheren Thiere von verschiedenen Seiten behauptet worden ist. Sonst ist doch aber auch Alles anders! Die Neuromuskelzelle der Hydra ist ein ektodermales, die Neuromuskelfaser der Beroë ein mesodermales Element. Kleinenberg schrieb den Neuromuskelzellen der Hydra eine grosse phylogenetische Bedeutung zu, weil in ihnen alle Theile des Neuromuskelsystems enthalten seien, indem eine Zelle sowohl das Sinnesorgan, als auch den leitenden Apparat und die Muskelfaser liefere. Die Neuromuskelfasern der Beroë dagegen würden nur aus Nerv- und Muskelfasern bestehen, während die Sinneszellen, mit welchen Eimer sie zusammenhängen lässt, aus getrennten Anlagen hervorgehen, welche erst secundär mit den Neuromuskelfasern in Verbindung treten. Denn die aus dem Ektoderm ausgewanderten Zellen, welche sich zu den mesodermalen Elementen weiter entwickeln, stehen ursprünglich mit den Epithelzellen nicht im Zusammenhang.

Ich halte es überhaupt für ein verfehltes Bestreben, den Bau der Ctenophoren als eine weitere Ausbildung der bei den Hydroiden bestehenden Zustände darzustellen, vielmehr bin ich der Ansicht, dass das Nervenmuskelsystem der Ctenophoren — die

Richtigkeit der von mir gegebenen Deutungen vorausgesetzt — einerseits und das Nervenmuskelsystem der Hydroiden und Anthozoen andererseits zwei durchaus verschiedene Entwicklungsrichtungen repräsentiren, welche dasselbe Organsystem in derselben Hauptabtheilung des Thierreichs genommen hat. Um dies zu beweisen gehe ich auf einen Vergleich der beiden hier einander gegenübergestellten Gruppen ein.

Bei den Actinien und Hydroiden entwickeln sich die Nerven und Muskelfasern im Epithel; einzelne Epithelzellen scheiden an ihrem basalen Ende Muskelfasern aus und bilden Epithelmuskelzellen (Neuromuskelzellen, Kleinenberg); andere verlängern sich in Ausläufer und werden zunächst zu Sinneszellen oder auch Epithelganglienzellen. Auf einer höheren Ausbildungsstufe verlieren die genannten Elemente ihren Antheil an der Begrenzung der Körperoberfläche und es entstehen subepitheliale Muskelzellen und subepitheliale Ganglienzellen. Dieser histogenetische Process spielt sich bei den Medusen vorwiegend im Ektoderm ab, bei den Actinien dehnt er sich auf das Entoderm aus. Eine grössere Anhäufung nervöser Theile im Ektoderm im Umkreis der Sinnesorgane führt zur Differenzirung centraler Apparate, wie solche bei den Craspedoten im Ringnerven am Schirmrand, bei den Acraspeden in den 8 Randkörpern, bei den Actinien in dem Nervennetz der Mundscheibe gegeben sind. Ueberall wo wir Theilen des Nervenmuskelsystems im Mesoderm begegnen, stammen dieselben aus einer der beiden Epithellagen; sie sind aus denselben übergetreten, nachdem sie in dem Epithel fertig gestellt und histologisch differenzirt waren. So wandert der Ringmuskel am Peristom der Actinien vom Entoderm aus in das Mesoderm, die Tentakelmuskeln der Tealien und Charybdeen und die subumbrellaren Muskeln der Aequoreen treten in gleicher Weise aus dem Ektoderm in die mittlere Körperschicht. Dagegen betheiligt sich das mesodermale Zwischengewebe, auch wo dasselbe, wie bei den Corallen, Actinien und vielen Acraspeden, Zellen enthält, in keiner Weise an der Hervorbildung von Nerven- und Muskelgewebe. Zwar hat Eimer die Zellen und Stützfasern der Gallerte der Acraspeden zum Theil als nervös in Anspruch genommen, ich kann diesen Versuch aber um so eher als gescheitert betrachten, als nicht allein mein Bruder und ich, sondern auch Schäfer und Claus auf Grund morphologischer Untersuchungen, Romanes auf Grund physiologischer Experimente die Existenz von Nervenfäden in der Gallerte in Abrede gestellt haben.

Wer bei den Ctenophoren nach Analogieen mit den Medusen sucht, muss an den ektodermalen Nervenplexus, der überall vorhanden ist, und an die ektodermalen Muskelfasern, welche hier und dort zerstreut vorkommen, anknüpfen; der erstere war Eimer unbekannt geblieben, die letzteren, welche unter Anderem auch den Magen von Beroë auskleiden, sind von ihm in ihren Beziehungen zu den primitiven Körperschichten Ektoderm, Entoderm und Mesoderm nicht näher gewürdigt worden. Auch sind diese ektodermalen Theile lange nicht von der Bedeutung wie bei den Medusen und Actinien, wie denn das ektodermale Muskelsystem nur eine kümmerliche Entfaltung besitzt.

Um so mehr tritt der Antheil in den Vordergrund, welchen das Mesoderm am Nervenmuskelsystem hat, in sofern es sich durch einen bei den Medusen und Actinien fehlenden Reichthum von nervösen und muskulösen Fäden auszeichnet. Dieselben leiten sich gleichfalls aus einer der primitiven Körperschichten ab, wie das ja nicht anders möglich ist, speciell aus dem äusseren Keimblatt, aber in einer durchaus anderen Weise, als die mesodermalen Muskelfasern der Medusen; sie scheiden vom Epithel nicht als fertige Nerven- oder Muskelfasern aus, sondern als indifferente amoeboide Zellen, welche erst in der Gallerte ihre histologische Weiterentwicklung erfahren. Das Nervenmuskelgewebe der Ctenophoren verdankt seine Entstehung der histologischen Fortbildung des Secretgewebes, welches zwischen Ektoderm und Entoderm schon frühzeitig entstanden ist, während der entsprechende Theil des Medusen- und Actinienkörpers allein zum Stützgewebe aufgebraucht wird. Das Nervenmuskelgewebe der übrigen Coelenteraten ist dagegen stets aus dem Epithel hervorgegangen.

Mit dieser verschiedenen Entwicklungsweise hängt auch ein auffälliger Unterschied in der histologischen Beschaffenheit der mesodermalen Muskelfasern zusammen. Bei den Actinien und Medusen sind es Bündel von Muskelfibrillen, welche sich um eine protoplasmatische vielkernige Axe gruppiren; die protoplasmatische Axe entspricht nach der Art ihrer Entstehung zahlreichen verschmolzenen Zellen; bei den Ctenophoren ist jede der Muskelfasern eine langgestreckte vielkernige Zelle, welche aus dem Wachsthum einer einkernigen Zelle hervorgegangen sich mit einem homogenen, nicht aus Einzelfibrillen zusammengefügten Mantel von Muskelsubstanz allseitig umgeben hat.

Die wichtigen Unterschiede in der Entwicklungsweise und Beschaffenheit des Neuromuskelsystems bei den Ctenophoren und den

übrigen Coelenteraten, auf welche ich hier aufmerksam gemacht habe, scheinen mir auch für die Bestimmung der systematischen Stellung der Ctenophoren nicht ohne Bedeutung zu sein. Dieselbe ist in der Neuzeit von Haeckel (23) sehr ausführlich erörtert worden. Ausgehend von einer neu aufgefundenen sehr interessanten Medusenform, der Ctenaria ctenophora, welche in der Anordnung ihrer Radialcanäle und ihrer beiden einfach gefiederten Tentakeln überraschende Aehnlichkeiten zu den Ctenophoren bietet, hat Haeckel zwischen den Organen der Ctenophoren und der Medusen Homologieen gezogen. Den Magen der ersteren vergleicht er der Schirmhöhle der letzteren, den Trichterraum dem oberen Ende des Medusenmagens, von welchem die Radialgefässe ausgehen; die 8 Reihen der Ruderplättchen den 8 Nesselzellenreihen, welche bei manchen Anthomedusen vorkommen. Indem er ferner die Klebzellen der Ctenophoren als modificirte Nesselzellen deutet und die Entstehung der Geschlechtsproducte entlang den Radial- resp. Rippengefässen in beiden Abtheilungen für gleichwerthig hält, kommt er zum Schluss, dass die Ctenophoren umgewandelte Medusen sind und speciell von den Cladonemiden abgeleitet werden müssen.

Wie sehr ich nun auch die Abstammung der Ctenophoren von den übrigen Coelenteraten als eine brennende Frage ansehe, so ist es mir doch zweifelhaft, ob dieselbe in der hier dargestellten Weise schon jetzt ihre Lösung gefunden hat. Will man annehmen, dass die Ctenophoren aus Medusen, ähnlich den jetzt lebenden Formen, entstanden sind, so müsste man auch annehmen, dass die hohe histologische Differenzirung des Ektoderms, das Centralnervensystem, die ektodermale Muskulatur völlig verloren gegangen seien, dass dagegen die zellenlose Gallerte sich mit Zellen bevölkert und dann eine durchaus neue Entwicklungsrichtung eingeschlagen habe. Man müsste ferner annehmen, dass die in den subumbrellaren Wandungen entstehenden Geschlechtsproducte auf die exumbrellare Seite herübergerückt und dass die alten als Gefässausstülpungen zu betrachtenden Tentakeln der Medusen durch einen durchaus neuen Tentakelapparat ersetzt worden seien. Die Möglichkeit von solch tief greifenden Umgestaltungen ist mir unwahrscheinlich; aber ebenso wenig neige ich mich einer zweiten Möglichkeit zu, dass die Medusen, als sie die ersten zu den Ctenophoren überleitenden Umbildungen erfuhren, alle hier aufgeführten Differenzirungen noch hätten vermissen lassen.

Hiermit soll nun keineswegs gesagt sein, dass ich in der auch von Huxley befürworteten Weise die Ctenophoren in die Nähe der

Actinien bringe; es würden hiergegen alle oben aufgeführten Einwände streiten und ausserdem würde zu denselben noch die verschiedene Entwicklungsweise der Geschlechtsorgane hinzukommen, da letztere bei den Ctenophoren dem Ektoderm, bei den Actinien dagegen dem Entoderm angehören; das macht mir eine nähere Beziehung zu den Actinien noch unwahrscheinlicher.

Will man sich über die Descendenz der Ctenophoren Vorstellungen bilden, so scheint es mir geboten auf sehr indifferente Urformen zurückzugreifen, bei denen vielleicht als einziges Merkmal des Coelenteratenstammes die Tendenz zur radialsymmetrischen Entwicklung der Körpertheile gegeben war. Selbst die Nesselzellen können nicht als gemeinsam angesehen werden; sie sind von den Greifzellen oder Klebzellen der Ctenophoren so ausserordentlich verschieden, dass ich mir nicht vorstellen kann, wie die eine Form aus der anderen entstanden sein könnte. So wiederholt sich in systematischer Hinsicht dasselbe, was ich mehrfach bei der morphologischen Beurtheilung hervorgehoben habe, dass die Ctenophoren Organismen sind, welche sich von den übrigen Coelenteraten sehr weit entfernen.

Literaturverzeichniss.

1. Agassiz, Alexander, Illustrated Catalogue of the Museum of comparative Zoology at Harvard College. No. II. North American Acalephae. Cambridge 1865.

2. Agassiz, Alexander, Embryology of the Ctenophorae. Memoirs of the American Academy of Arts and Sciences. Vol. X. No. III. 1874.

3. Agassiz, L., Contributions to the Natural History of the Acalephae of North America. Prt. II. On the Beroid Medusae of the Shores of Massachussets in their perfect State of Development. Memoirs of the American Academy of Arts and Sciences. Vol. IV. 1850.

4. Agassiz, L., Contributions to the natural History of the U. S. of America. Vol. III. Boston 1860.

5. Allman, James, Contributions to our Knowledge of the Structure and Development of the Beroidae. The Edinburgh New Philosophical Journal N. S. Vol. XV p. 285—289.

5[a]. Buckers, P. G., Bijdragen tot de Kennis der Anatomie van Cestum Veneris. 1878. (Citirt nach Chun.)

6. Chun, Carl, Das Nervensystem und die Muskulatur der Rippenquallen. Abhandlungen der Senckenberg. Gesellschaft. Bd. XI p. 181—230 mit 2 Tafeln.

7. Derselbe, Die im Golf von Neapel erscheinenden Rippenquallen. Mittheilungen aus der zoolog. Station zu Neapel. Bd. I p. 180—217 mit 1 Tafel.

8. Derselbe, Die Greifzellen der Rippenquallen. Zoologischer Anzeiger I. Jahrg. 1878 p. 50—52.

9. Derselbe, Histologische Bemerkungen über Rippenquallen. Zoologischer Anzeiger II. Jahrg. 1879 p. 329—332.

10[a]. Claus, C., Ueber einige Schizopoden und Malakostraken Messina's. Zeitschr. f. wissensch. Zool. Bd. XIII p. 422—455.

10[b]. Derselbe, Bemerkungen über Ctenophoren und Medusen. Zeitschr. f. wissensch. Zool. Bd. XIV p. 384—393 mit 2 Tafeln.

11. Derselbe, Grundzüge der Zoologie IV. Aufl. Bd. I. 1879.

12. Edwards, M. H. Milne, Observations sur la structure et

les fonctions de quelques Zoophytes, Mollusques et Crustacés des côtes de la France. Annales des Sciences Natur. Zoologie. S. II T. 16. p. 193—232 mit 10 Tafeln. 1841.

13. Derselbe, Note sur l'appareil gastrovasculaire de quelques Acalèphes Cténophores. Annales des Sciences Natur. Zoologie. S. IV T. 7 p. 285—298 mit 3 Tafeln. 1857.

14. Eimer, Theod., Zoologische Studien auf Capri. 1. Ueber Beroë ovatus. Ein Beitrag zur Anatomie der Rippenquallen. Leipzig 1873. Mit 9 Tafeln.

15. Derselbe, Versuche über künstliche Theilbarkeit von Beroë ovatus. Angestellt zum Zweck der Controle seiner morphologischen Befunde über das Nervensystem dieses Thieres. Archiv f. mikrosk. Anat. Bd. XVII p. 213—241.

16. Derselbe, Ueber Tastapparate bei Eucharis multicornis. Ebenda p. 342—346.

17. Eschscholtz, Fr., System der Acalephen. Eine ausführliche Beschreibung aller medusenartigen Strahlthiere. Berlin 1829.

18. Fol, Hermann, Ein Beitrag zur Anatomie und Entwicklungsgeschichte einiger Rippenquallen. Inauguraldissertation. Berlin 1869.

19. Forbes, E., On two species of Cydippe. Annals of Nat. Hist. Serie I Vol. 3 p. 145 mit 1 Tafel.

20. Frey, H., und Leuckart, R., Beiträge zur Kenntniss wirbelloser Thiere. Braunschweig 1847.

21. Gegenbaur, C., Studien über Organisation und Systematik der Ctenophoren. Archiv f. Naturgeschichte Jahrg. 22 Bd. I p. 162—205 mit 2 Tafeln. 1856.

22. Grant, On the nervous system of Beroë pileus and on the structure of his cilia. Transactions of the Zoolog. Society. Vol. I. 1835. (Citirt nach Eimer und Patterson.)

23. Haeckel, E., Ursprung und Stammverwandtschaft der Ctenophoren. Sitzungsberichte der Jenaischen Gesellsch. für Medic. und Naturw. Jahr 1879. p. 70—79.

24. Hensen, Studien über das Gehörorgan der Decapoden. Zeitschr. f. wissensch. Zool. Bd. XIII 1863. p. 481—514.

25. Kölliker, A., Bericht über einige im Herbst 1852 in Messina angestellte vergleichend anatomische Untersuchungen. II. Quallen. Zeitschr. f. wissensch. Zoologie Bd. IV p. 315—320.

26. Derselbe, Kurzer Bericht über einige im Herbst 1864 an der Westküste von Schottland angestellte vergleichend anatomische

Untersuchungen. Würzburger naturw. Zeitschr. Bd. V p. 232—250 mit 1 Tafel. 1864.

27. Derselbe, Icones Histiologicae oder Atlas der vergleichenden Gewebelehre. 2. Abth. Leipzig 1865.

28. Kowalevsky, A., Entwicklungsgeschichte der Rippenquallen. Mémoires de l'Académie de St. Pétersbourg. VII. Série Tome X No. 4.

29. Krohn, A., Ueber die männlichen Zeugungsorgane der Ascidien und Salpen. Froriep's Neue Notizen 1841 Januar No. 356 p. 49—53.

30. Lesson, R. P., Mémoire sur la famille des Béroides. Annales des Sciences Nat. Zool. Ser. II Vol. 5 p. 235.

31. Mertens, H., Beobachtungen und Untersuchungen über die Beroëartigen Acalephen. Mémoires de l'Académie de St. Petersbourg S. VI T. II p. 479—543. mit 13 Tafeln. 1833.

32. Patterson, Robert, On a species of Beroë found on the North-east Coast of Ireland. The Edinburgh New philosophical Journal Vol. XX p. 26—37. October 1835—April 1836.

33. Strethill Wright, Edinb. new philos. Journal T. IV p. 85—92 u. p. 316. (Citirt nach Leuckart, Jahresbericht im Archiv f. Naturgeschichte Jahrg. 25 Bd. II p. 199.)

33[a]. Wagener, R. G., Ueber eigenthümlich gestaltete Haare der Beroë und Cydippe. Archiv f. Anatomie u. Physiol. Jahrg. 1847 p. 193—194.

34. Derselbe, Ueber Beroë (ovatus?) und Cydippe pileus von Helgoland. Archiv f. Anatomie und Physiologie Jahrg. 1866 p. 116 —133 mit 3 Tafeln.

35. Will, Fr., Horae Tergestinae oder Beschreibung und Anatomie der im Herbst 1843 bei Triest beobachteten Acalephen. Leipzig 1844.

Tafelerklärung.

Für alle Figuren gelten folgende Bezeichnungen.

a Deckzellen.
b Sinneszellen. *b'* mit Tastborsten.
b'' mit Taststiften.
d Drüsenzellen.
ek Ektoderm.
em Mesoderm.
en Entoderm.
f Nervenplexus im frischen Zustand.
g Ganglienzellen.
ge Epithel des Genitalsinus.
gi Genitalsinus.
gs Genitalsäckchen.
gv Verbindungsstränge der Geschlechtsorgane mit dem Ektoderm.
h Flimmertrichter.
i Elastisches Band im Seitenfaden von Euplocamis Stationis.
k Klebzellen der Tentakeln. *k'* Anlagen der Klebzellen.
kf Contractiler Faden der Klebzellen. *kf'* Verlängerung des contractilen Fadens bei Cydippe und Euplocamis.
l Protoplasmanetz im Seitenfaden von Cydippe hormiphora.
m Muskelfasern.
n Nervenfasern.
o Ovarium und Eizellen.
p Hoden und Hodenzellen.
q Zellenstrang der Tentakelwurzel, von welchem sich die Anlagen der Seitenfäden loslösen.
r Anlagen der Seitenfäden.
s Seitenfäden der Tentakeln.
t Tentakelstamm.
ta Axenstrang des Tentakelstammes. *ta'* der Seitenfäden.
tb Rindenschicht des Tentakelstamms. *tb'* des Seitenfadens.
tc Das körnige Band, welches die Muskelschicht des Tentakelstamms durchsetzt.

th Tentakelhaken der Cestiden.
tm Mittelstrang der Tentakelwurzel. *tm'* Ursprung der Mukelfasern. *tm''* Ursprung des Axenstrangs. *tm'''* Cylinderzellenschicht des Mittelstreifens.
tn Seitenfelder der Tentakelwurzel.
tr Tentakelrinne der Cestiden.
ts Tentakelsack.
tv Verbindungsstrang der Seitenfäden der Cestiden.
v Gefässe des Gastrovascularsystems.
ve Trichtergefäss. *ve'* Ausmündung am aboralen Pole.
vh Hauptgefäss.
vr Rippengefäss.
vt Tentakelgefäss.
w Wimperrinnen.
x Polplatten.
y Ruderplättchen.
z Matrix der Ruderplättchen.

Alle Angaben über Vergrösserungen beziehen sich auf Zeiss'sche Systeme. Die Vergrösserungen derselben betragen:

A. Oc. 1: 55. Oc. 2: 70.
C. Oc. 1: 95. Oc. 2: 125.
D. Oc. 1: 195. Oc. 2: 240.
J. Oc. 1: 470. Oc. 2: 580.

Tafel XV.

Fig. 1 und 4. Drüsenzellen und Taststifte von der Endscheibe der Tastpapillen von Eucharis multicornis; im frischen Zustand. J. Oc. 2.

Fig. 2. Epithel mit Nervenplexus von Cestus Veneris im frischen Zustand von der Fläche betrachtet. D. Oc. 2 um $^1/_3$ verkleinert.

Fig. 3. Dasselbe von Beroë ovatus. D. Oc. 2 um $^1/_3$ verkleinert.

Fig. 5. Endscheibe der Tastpapillen von Cestus Veneris von der Fläche betrachtet; im frischen Zustand; Drüsenzellen und Taststifte. J. Oc. 2.

Fig. 6. Epithel der Körperoberfläche von Callianira bialata nach Silberbehandlung von der Fläche betrachtet. J. Oc. 2.

Fig. 7. Epithel mit Nervenplexus und Taststiften aus der Nähe der Wimperrinnen von Beroë ovatus; Flächenpräparat im frischen Zustand betrachtet. J. Oc. 2.

Fig. 8. Dasselbe nach Behandlung mit Osmium-Essigsäure. J. Oc. 2.

Fig. 9. Glatte Muskelfasern, Klebzellen und Tastzellen von den

Seitenfäden des Tentakels von Euplocamis Stationis, nach Behandlung mit Osmium-Essigsäure durch Zerzupfen isolirt. J. Oc. 2.

Fig. 10. Nervöse (?) Fäden von der Oberfläche des Tentakelstamms von Callianira bialata durch Zerzupfen zerfasert. J. Oc. 2.

Fig. 11. Plexus der Körperoberfläche von Callianira bialata nach Behandlung mit Osmium-Essigsäure. J. Oc. 2.

Fig. 12. Ein kleines Stück einer Tentakelrinne von Cestus Veneris nach Behandlung mit Osmium-Essigsäure. Sichtbar ist der Verbindungsstrang des Nebententakels und die Tentakelhaken. J. Oc. 1.

Fig. 13. Plexus der Haut und ektodermale Muskelfasern von Cydippe hormiphora nach Behandlung mit Osmium-Essigsäure. J. Oc. 2.

Fig. 14. Epithel eines Seitenfadens vom Tentakel der Cydippe hormiphora von der Fläche betrachtet. Osm.-Essigs.-Präp. J. Oc. 2.

Fig. 15. Epithel des Tentakelsacks von Cydippe hormiphora mit anhängenden Ganglienzellen von den darunter gelegenen Muskelfasern nach Maceration in Osmium-Essigsäure abgehoben. J. Oc. 2.

Tafel XVI.

Sämmtliche Figuren beziehen sich auf Carminosmiumpräparate von Callianira bialata.

Fig. 1. Querschnitt durch den Körper einer Callianira bialata, zur Hälfte dargestellt. Man sieht 4 Plättchenreihen mit den 4 zugehörigen Rippengefässen (*vr*), den oberen Theil der Tentakelwurzel (*tm*) und der Tentakelhöhle (*ts*), die zwei Tentakelgefässe (*vt*), welche vom Schnitt getroffen wurden da, wo sie mittelst des Hauptgefässes (*vh*) unter einander zusammenhängen. *A* mit abgeschraubter Frontlinse. Oc. 2.

Fig. 2. Längsschnitt durch die Tentakelwurzel. Die Muskelfasern des Tentakelstamms breiten sich fächerartig in den Mittelstreifen (*tm*) der Tentakelwurzel aus. Vom Mittelstreifen löst sich ein Zellenstrang (*q*) ab, an dem die Axen der Seitenfäden (*r*) entstehen. Das Ganze ist umhüllt von den wuchernden Mengen der Klebzellen. A. Oc. 1.

Fig. 3. Ein Stück der Figur 2 stärker vergrössert um zu zeigen, in welcher Weise die Muskelfasern aus den Zellen der Mittelstreifen hervorgebildet werden. J. Oc. 2.

Fig. 4 und 5. Theile eines Querschnitts durch die Tentakelwurzel; dieselben stellen verschiedene Stücke der Seitenfelder dar, Fig. 4 ein Stück aus der Mitte eines Seitenfeldes, Fig. 5 den an das Ektoderm der Tentakelhöhle angrenzenden Rand. J. Oc. 1.

Fig. 6. Die schildförmige Tentakelwurzel mit dem aus ihr her-

vortretenden Tentakelstamm isolirt. *A* mit abgeschraubter Frontlinse. Oc. 1.

F i g. 7—11. Querschnitte aus verschiedenen Gegenden der Tentakelwurzel. Fig. 7 entspricht etwa der Fig. 1. Der Mittelstreifen (*m*) ist hier noch wenig entwickelt und allein aus einer Lage Cylinderzellen gebildet. Fig. 11 ist aus der Mitte der Tentakelwurzel genommen; der Mittelstreifen zeigt ausser der Cylinderzellenschicht die seitlichen Verdickungen, aus denen die Muskelfasern entspringen. Fig. 8—10, dem unteren Ende entnommen, lassen erkennen, wie sich vom Mittelstreifen die Anlagen für die Axen der Seitenfäden (*q*) ablösen. C. Oc. 1.

F i g. 12. Ein Stück des Längsschnitts der Fig. 2 stärker vergrössert; es sind die Anlagen für die Axen der Seitenfäden dargestellt. J. Oc. 2.

Tafel XVII.

Alle Figuren mit Ausnahme der letzten nach Carminosmiumpräparaten entworfen.

F i g. 1. Längsschnitt durch einen Seitenfaden von Callianira bialata nur zum Theil abgebildet. J. Oc. 2.

F i g. 2. Längsschnitt durch die Anlage der Axe eines Seitenfadens von Callianira bialata, nur zum Theil dargestellt, aus einem Längsschnitt durch die Tentakelwurzel. J. Oc. 2.

F i g. 3. Anlage der Axe eines Seitenfadens von Callianira bialata, durch Zerzupfen der Tentakelwurzel isolirt, aber nur zum Theil dargestellt. J. Oc. 2.

F i g. 4. Längsschnitt durch die Axe eines Tentakelstamms von Callianira bialata. J. Oc. 2.

F i g. 5. Zellennetz, welches auf dem Axenband der Seitenfäden von Cydippe hormiphora vorhanden ist, durch Entfernen des Epithels freigelegt; einige Fortsätze von Epithelzellen sind dabei haften geblieben. In dem Protoplasmanetz habe ich keine Kerne nachweisen können. J. Oc. 1.

F i g. 6. Querschnitt durch den Seitenfaden von Euplocamis Stationis. Die Gallertaxe wird durch ein elastisches Band (*i*) abgetheilt in einen die quergestreiften Muskelplatten und einen die glatten Muskelfasern enthaltenden Abschnitt. J. Oc. 1.

F i g. 7. Längsschnitt durch einen spiral aufgerollten Seitenfaden von Euplocamis Stationis; der Seitenfaden ist noch nicht vollkommen entwickelt und wird noch durch eine homogene Hüllhaut zusammengehalten. In der Axe verläuft ein faseriger Strang (*n*) vielleicht ein Nerv. C. Oc. 2.

Fig. 8. Querschnitt durch einen Seitenfaden des Tentakels von Callianira bialata. J. Oc. 2.

Fig. 9. Querschnitt durch die Anlage der Axe eines Seitenfadens aus einem Schnitt durch die Tentakelwurzel von Callianira bialata. J. Oc. 2.

Fig. 10. Der Axenstrang aus dem Tentakelstamm von Callianira bialata nach Maceration in Osmium-Essigsäure durch Zerzupfen isolirt. J. Oc. 2.

Fig. 11. Querschnitt durch einen kleineren Seitenfaden von Cydippe hormiphora. J. Oc. 2.

Fig. 12. Querschnitt durch die Basis eines grösseren Seitenfadens von Cydippe hormiphora. D. Oc. 2.

Fig. 13. Ein Tentakelhaken aus der Tentakelrinne von Cestus Veneris mit den ihm zur Unterlage dienenden Epithelzellen besonders dargestellt. J. Oc. 2.

Fig. 14. Stück eines Seidenfadens von Euplocamis Stationis in seitlicher Ansicht mit Hinweglassung des Epithels dargestellt. In der Mitte das elastische Band (*t*), dessen wellige Biegungen nicht mit dargestellt sind; zu beiden Seiten desselben die räthselhaften würfelförmigen Körper; endlich links die quergestreiften Muskelplatten, rechts die beiden glatten Muskelfasern. J. Oc. 1.

Fig. 15. Querschnitt durch den Tentakelstamm von Callianira bialata an der Abgangsstelle eines Seitenfadens. J. Oc. 1.

Fig. 16. Ein Theil des Mosaiks der Muskulatur aus einem solchen Querschnitt etwas stärker vergrössert. J. Oc. 2.

Fig. 17. Querschnitt durch den Mittelstreifen der Tentakelwurzel von Callianira bialata. Zwischen die beiden Tentakelgefässe springt der von Cylinderepithel gebildete Theil des Mittelstreifens vor; seitlich davon finden sich die Zellenwülste (m'''), aus denen die Muskelfasern hervorwachsen; dazwischen liegt eine Zellanhäufung (m''), welche sich in den Axenstrang fortsetzt. J. Oc. 1.

Fig. 18. Querschnitt durch den unteren Körperrand von Cestus Veneris zur Hälfte dargestellt; in Folge dessen ist die Mundrinne nur zur Hälfte und nur eine Tentakelrinne (*tr*) sichtbar. In letzterer ist der Verbindungsstrang (*tv*) des Nebententakels eingebettet und durch die Tentakelkaken (*th*) befestigt. C. Oc. 2.

Fig. 19. Die Randpartie des Axenbandes vom Tentakel-Seitenfaden der Cydippe hormiphora von der Fläche betrachtet. J. Oc. 2.

Fig. 20. Der den Nebententakel tragende Theil der Tentakelrinne von Cestus besonders und bei stärkerer Vergrösserung dargestellt. J. Oc. 2.

Fig. 21. Querschnitt durch die Randpartie des Axenbandes vom Tentakel-Seitenfaden der Cydippe hormiphora. J. Oc. 2.

Fig. 22. Das basale zum Theil in den Tentakelstamm hineinragende und hier endende Stück des Muskelstrangs von Euplocamis Stationis. In den nicht mehr quergestreiften Muskelfasern sind Kerne enthalten. J. Oc. 1.

Fig. 23. Seitliche Ansicht des Epithels und der oberflächlichen Muskelschicht vom Tentakelstamm der Euplocamis Stationis im frischen Zustand. J. Oc. 2.

Tafel XVIII.

Alle Figuren nach Carminosmiumpräparaten gezeichnet.

Fig. 1. Geschlechtsorgan von Callianira bialata mit Genitalanlagen. Basales Stück eines in die Körperzipfel eintretenden Rippencanals in seitlicher Ansicht gezeichnet. A. Oc. 1.

Fig 2. Dasselbe von der Fläche gesehen. A. Oc. 1.

Fig. 3. Querschnitt durch das Rippengefäss einer jungen Beroë mit männlichen und weiblichen Geschlechtsorganen. C. Oc. 2.

Fig. 4. Querschnitt durch ein kleines neu eingestülptes Genitalsäckchen (*gs*) von Callianira bialata. J. Oc. 1.

Fig. 5. Querschnitt durch das im Körperzipfel verlaufende Rippengefäss von Callianira bialata. Männliche (*p*) und weibliche Geschlechtsorgane (*o*) mit Verbindungssträngen (*gv*). D. Oc. 2.

Fig. 6. Stück eines Querschnitts durch ein männliches Geschlechtsorgan von Cydippe hormiphora. Der Verbindungsstrang (*gv*) mit dem Ektoderm deutlich sichtbar. J. Oc. 1.

Fig. 7. Stück eines Querschnitts durch das Ovar von Beroë ovatus stärker vergrössert. J. Oc. 1.

Fig. 8. Querschnitt durch ein Geschlechtsorgan von Callianira bialata, aus der Basis eines Körperzipfels. Ein eingestülptes Genitalsäckchen (*gs*) in seiner Lagerung zum Rippengefäss sichtbar. D. Oc. 2.

Fig. 9. Querschnitt durch die weibliche Seite eines Geschlechtsorgans von einer jungen Callianira bialata. J. Oc. 1.

Fig. 10. Querschnitt durch das Geschlechtsorgan einer sehr jungen Callianira bialata. J. Oc. 1.

Tafel XIX.

Alle Figuren nach Carminosmiumpräparaten, nur Figur 4 nach einem frischen Präparat.

Fig. 1. Enden der gekreuzten ektodermalen Muskelfasern von den langen Seiten des Cestus Veneris. J. Oc. 1.

Fig. 2. Zellen aus dem Körperepithel von Cestus Veneris. J. Oc. 1.

Fig. 3. Flächenpräparat der langen Seiten von Cestus Veneris. Das Epithel und die Muskelfasern, welche den Rändern des bandförmigen Körpers parallel verlaufen, bis auf einzelne wenige durch Abpinseln entfernt. Sichtbar sind die gekreuzten Muskelfasern. J. Oc. 1.

Fig. 4. Das aborale Ende von Callianira bialata mit dem Sinneskörper den 2 Polplatten (*x*), den Anfängen der 8 Wimperrinnen (*w*) und den Ausmündungen der 4 Trichtergefässe (*vé*). C. Oc. 1, etwa auf die Hälfte verkleinert.

Fig. 5. Enden der ektodermalen Muskelfasern der Körperoberfläche von Cydippe hormiphora. J. Oc. 2.

Fig. 6. Enden der mesodermalen Nerven aus der Umgegend des Tentakelsackes von Cydippe hormiphora. J. Oc. 2.

Fig. 7. Stücke von zwei mesodermalen Muskelbändern von Cydippe hormiphora, das eine Mal von der Fläche, das andere Mal von der Kante gesehen. J. Oc. 2.

Fig. 8. Die linke Hälfte eines Querschnittes durch den Sinneskörper von Callianira bialata. Die Lage des Schnittes ist in der Fig. 4 durch die Linie *α* bezeichnet. J. Oc. 1.

Fig. 9. Die rechte Hälfte eines Querschnittes durch den Sinneskörper von Callianira bialata. Die Lage des Schnittes ist in der Fig. 4 durch die Linie *β* bezeichnet. J. Oc. 1.

Fig. 10. Zellen aus dem Randwulst des Polfeldes von Eucharis multicornis. J. Oc. 2.

Fig. 11. Tastzellen vom Mundrand der Beroë ovatus. J. Oc. 1.

Fig. 12. Zellen aus dem ein Ruderplättchen tragenden Epithelwulst von Beroë ovatus. J. Oc. 1.

Fig. 13. Zellen aus dem Sinneskörper von Cydippe hormiphora. J. Oc. 2.

Fig. 14. Concrementzellen vom Mundrand der Beroë ovatus. J. Oc. 1.

Fig. 15. Zellen mit säbelförmigen Cilien aus dem Anfangstheil des Magens von Beroë ovatus. J. Oc. 1.

Fig. 16. Querschnitt durch einen ein Ruderplättchen tragenden Zellenwulst von Beroë ovatus. J. Oc. 1.

Fig. 17. Stücke aus einem Querschnitt durch den Mundrand von Beroë ovatus. *α* Flimmerstreifen, *β* Streifen der Concrementzellen, *γ* Streifen von Concrement- und Tastzellen. J. Oc. 1.

Tafel XX.

Präparate theils mit Carmin-Osmiumsäure, theils mit Picrin-Schwefelsäure angefertigt.

Fig. 1. Nervenfäden von Beroë ovatus. α. zwei anastomosirende Fäden, β. ein varicöses Fädchen. J. Oc. 2.

Fig. 2. Nervenplexus vom Magen von Beroë ovatus. J. Oc. 2. Auf $^2/_3$ der Grösse verkleinert.

Fig. 3. Ein Stück des Polfelds von Eucharis multicornis. α. Mittelfeld, β. Seitenwall. Eine Strecke weit ist das Epithel nicht dargestellt, damit der an der Grenze von Mittelfeld und Seitenwall liegende Faserstrang deutlicher hervortritt. J. Oc. 2. Auf $^2/_3$ der Grösse verkleinert.

Fig. 4. Zwei mesodermale Ringmuskelfasern mit Nerv, dessen Ausbreitung sich schwimmhautartig zwischen beiden ausspannt. Beroë ovatus. J. Oc. 2.

Fig. 5. Anastomosirende Nervenfasern von Beroë ovatus. D. Oc. 2.

Fig. 6. Muskelfasern von Beroë ovatus. α. mit anliegendem Sarkolemm, β. Sarkolemm, abgehoben und gefaltet, erzeugt das Bild einer Querstreifung der Muskelfaser, γ. Sarkolemm stark abgehoben. J. Oc. 1.

Fig. 7. Nervenfaser von einem in Picrin-Schwefelsäure erhärteten Thier. J. Oc. 1.

Fig. 8. Muskelfasern mit herantretenden Nerven. Verbindung ohne anliegende Kerne. D. Oc. 2.

Fig. 9. Querschnitte durch in Picrinschwefelsäure erhärtete Muskelfasern (α) und Nervenfasern (β), bei einigen der centrale Kern getroffen. J. Oc. 2.

Fig. 10. Endigungen der Nervenfasern am Ektoderm. J. Oc. 2.

Fig. 11. Amoeboide Bindegewebskörperchen von Beroë ovatus. J. Oc. 2.

Fig. 12. Muskelfasern mit Nervenendigung. α. mit Kern, β. ohne Kern. J. Oc. 1.

Fig. 13. Endigung einer gastroparietalen Muskelfaser am Integument. J. Oc. 1.

Fig. 14. Endigung einer gastroparietalen Muskelfaser am Magen. Die eine Seite gar nicht dargestellt, auf der anderen ein Stück der Raumersparniss halber weggelassen. J. Oc. 1.

Tafel XXI.

Fig. 1 und 2. Stücke von dem Anfang des Nebententakels des

Cestus Veneris in dem Anfangstheil der Tentakelhöhle. Fig. 2 der letzte feine Ausläufer des Verbindungsstranges (*tv*). J. Oc. 2.

Fig. 3. Tastpapille von Eucharis multicornis. Der Verlauf der Muskel- und Nervenfasern in schematischer Weise eingezeichnet.

Fig. 4. Querschnitt durch den oberen Rand des bandförmigen Körpers von Cestus Veneris. Verlauf der Muskel- und Nervenfasern schematisch eingezeichnet.

Fig. 5 und 6. Epithelstrecke zwischen zwei aufeinanderfolgenden Ruderplättchen von Callianira bialata mit darunter verlaufenden Stützfasern; die Endigungen der letzteren in den Cylinderzellwülsten der Ruderplättchen sind in Fig. 5 stärker vergrössert dargestellt.

Fig. 7. Anlagen der Seitenfäden von Cestus Veneris aus der Tentakelwurzel isolirt. J. Oc. 1.

Fig. 8. Ein Wimpertrichter von Beroë ovatus auf dem optischen Querschnitt gesehen. J. Oc. 1.

Fig. 9. Bindesubstanzzellen von Callianira bialata. J. Oc. 2.

Fig. 10. Stück eines Querschnitts durch eine Tastpapille von Eucharis multicornis, um die Anastomosen der Muskelfasern zu zeigen.

Fig. 11. Tastpapille von Cestus auf dem optischen Querschnitt; einen Theil der Muskelfasern sieht man in ganzer Länge, einen anderen auf dem optischen Querschnitt. J. Oc. 1.

Fig. 12. Enden der Muskelfasern und Nervenfasern aus der Tastpapille von Eucharis multicornis. J. Oc. 2.

Fig. 13. Ein Stück des Meridiannerven aus der Nachbarschaft des Hörbläschens; die einzelnen Nervenfasern anastomosiren untereinander. Callianira bialata. J. Oc. 2.

Fig. 14. Wimperrinne von Beroë ovatus nach Behandlung mit Carmin-Osmiumsäure von der Fläche betrachtet. J. Oc. 1.

Fig. 15. Epithel von Beroë ovatus nach Behandlung mit Osmiumsäure und Färbung in Alauncarmin, wodurch der Unterschied zwischen Drüsen und Deckzellen sichtbar geworden ist. J. Oc. 1.

Fig. 16. Elemente aus dem Mesoderm der Tastpapille von Eucharis multicornis. α. Anlagen von Muskelfasern, β u. δ Bindesubstanzzellen, γ. Nervenfaser. J. Oc. 2.

Zur

Lehre von der Struktur der Zellen

von

Prof. Dr. C. Frommann.

Hierzu Tafel XXII.

Die Untersuchung der feineren Strukturverhältnisse der Knorpelzellen von Salamandra mac.[1]), der Ganglienzellen der Retina[2]) und der Epidermiszellen, Bindegewebszellen und Capillarmembranen aus dem Schwanze von Froschlarven[3]) hatte ergeben, dass das Protoplasma und die Kerne aus feinen und engmaschigen Fadennetzen bestehen, in welche derbere Fäden von wechselnder Form und Länge eingelassen sein und sich untereinander zur Bildung eines weitmaschigeren Fadennetzes verbinden können. Es hatte sich ausserdem gezeigt, dass eine Kernmembran gar nicht existirt und dass die Contouren, welche als Ausdruck der letzteren angesehen worden sind, derbere Fäden bezeichnen, welche in dem Oberflächennetz des Kerns eingeschlossen nach verschiedenen Richtungen hin verlaufen können, theils in Form von Ringen und Spangen in äquatorialer oder meridionaler Richtung den Kern umfassen, theils mehr schräg über seine Oberfläche hinziehen, vereinzelt oder zu mehreren parallel und dicht nebeneinander verlaufen und hie und da miteinander anastomosiren. An den Knorpelzellen waren durch Methylgrün fast ausschliesslich die Kernnetze gefärbt worden, so dass sich hier das Verhalten der Kerngrenzfäden auch an der Kernoberfläche ermitteln liess, während an den übrigen untersuchten Zellen eine solche

---

[1]) Sitzungsbericht der Gesellschaft für Medic. und Naturwissensch. v. 24. Januar 1879.

[2]) Sitzungsbericht der Gesellschaft für Medic. und Naturwissensch. v. 21. Februar 1879.

[3]) Sitzungsbericht der Gesellschaft für Medic. und Naturwissensch. v. 5. März 1880.

Beschränkung der Färbung auf die dem Kern zugehörigen Formelemente nicht eingetreten war und sich nur aus dem Verhalten der Grenzfäden innerhalb des äquatorialen Kerndurchmessers und einer beschränkten Zone ober- und unterhalb desselben schliessen liess, dass die Grenzfäden einem Oberflächennetz des Kerns angehören, welches in seiner ganzen Ausdehnung sowohl mit den Netzen des Kerninnern als mit denen des Protoplasma zusammenhängt. Wie nun die derberen in das Oberflächennetz des Kerns eingelassenen Fäden nicht der Ausdruck einer membranösen Kernhülle sind, eben so wenig sind derbere Fäden, welche an den Knorpelzellen die Zellgrenze bezeichnen, der Ausdruck einer membranösen Zellhülle oder einer peripheren Verdichtungsschicht des Protoplasma im Sinne von M. Schultze; es ergab sich vielmehr auch hier, dass wie die Netze des Zellinnern, so auch das Oberflächennetz der Zelle von derberen Fäden und Fasern durchzogen wird, die theils untereinander und den Zellrändern parallel verlaufen, theils sich überkreuzen, theils aber sich miteinander zur Bildung eines unregelmässigen Netzes verbinden, dessen relativ weite Maschen kleinere und grössere Gruppen von terminalen Maschen einschliessen. Dem entsprechend hängt es ganz von der Anordnung und Vertheilung der derberen Fäden und Fasern des Oberflächennetzes der Zelle ab, ob und wie weit bei einer bestimmten Einstellung ein derberer fasriger oder fädiger Grenzsaum der Zelle vortritt oder nur ein sehr feiner Grenzfaden, feine wie derbere Grenzfäden bilden aber immer integrirende Bestandtheile des Oberflächennetzes und hängen nicht nur mit den unmittelbar anstossenden Netzabschnitten des Zellinnern zusammen, sondern häufig auch durch feine und kurze Fäden mit der Knorpelgrundsubstanz.

Eine weitere Bestätigung erhielten diese Befunde durch die Untersuchung der Zellen der Epidermis und des Rete Malpighi vom jungen Hühnchen, die besonders deshalb zur Untersuchung dieser Strukturverhältnisse geeignet sind, weil die Fäden der Protoplasmanetze, namentlich in den Epidermiszellen, durch ihr stärkeres Brechungsvermögen die Wahrnehmung der netzförmigen Verbindungen erleichtern.

Durch Zerzupfen der die Oberfläche der Zehen bedeckenden Epidermisplatten werden grössere und kleinere Schollen isolirt an deren Rändern die einzelnen Zellen soweit frei vorragen, dass sie der Untersuchung keine Schwierigkeiten darbieten, während man daneben auch vollkommen isolirte Zellen, sowie kleine Gruppen noch verbundener Zellen erhält die der innersten, dem Rete Mal-

pighi unmittelbar aufliegenden Schicht der Epidermis angehören. Die Befunde waren ganz die gleichen, sowohl bei Untersuchung des frischen Gewebes als nach Härtung der Theile in Spiritus.

Das Protoplasma hat in der bei Weitem grossen Mehrzahl der Zellen in der ganzen Ausdehnung derselben ein fädiges Gefüge und besteht bald ganz aus siebförmigen Netzen mit runden oder ovalen Maschen, bald schliessen siebförmige Netze kleinere oder grössere Abschnitte ein, in welchen die Netzfäden sich rechtwinklig kreuzen und ein Maschengitter mit quadratischen Maschen bilden. Innerhalb der Netze sind häufig einzelne Knotenpunkte und Septa durch grössere Derbheit vor den übrigen ausgezeichnet; die derberen Knotenpunkte finden sich zu 6—12 in einer Zelle, besitzen einen bald nur matten bald stärkeren Glanz und erreichen die Grösse eines Kernkörperchens oder übertreffen dieselbe noch um das Doppelte oder Mehrfache. Während ein Theil dieser Körner durch stielartige kürzere oder längere Fäden mit den kleineren Knotenpunkten der umgebenden Netze zusammenhängt, werden andere von dicht gestellten Körnchen und von kurzen, mit den letzteren zusammenhängenden Fäden dicht umschlossen und einzelne liegen frei im Innern eines hellen, vakuolenartigen Raums, der ausser dem Korn nur sparsam und sehr feine Körnchen und Fäden einschliesst und mitunter längs eines grösseren oder geringeren Theils seines Umfangs durch einen ring- oder bogenförmigen Faden begrenzt wird, so dass das Ganze dann den Eindruck eines Miniaturkerns macht. Andere ähnliche, lichte, von einem Fadenring oder einer Fadenschleife umschlossene Räume enthalten kein Korn, sondern nur feine und blasse, sparsam eingestreute Körnchen. In manchen Zellen sind Netze nur stellenweise sichtbar und an anderen Stellen Körnchen, Knotenpunkte und kurze, zum Theil gabelig gespaltene Fäden, während längere, meist gekörnte Fäden, die die Länge des einfachen oder doppelten Durchmesser eines Kerns erreichen, in grösserer Häufigkeit vorkommen, sowohl in Zellen oder Zellabschnitten mit deutlichem Netzgerüst als da wo das geformte Protoplasma vorwiegend nur aus Körnchen und aus vereinzelt zwischen die letzteren eingestreuten Fäden und Septa besteht und ein ziemlich wechselndes Verhalten nach ihrer Häufigkeit und der Art ihrer Anordnung und Vertheilung zeigen, Zusammenhänge mit den umgebenden Theilen der Netze bald häufig bald sparsam und vereinzelt erkennen lassen. Finden sie sich sparsam, so durchziehen sie das Zellinnere nach verschiedenen Richtungen, umschliessen theils bogenförmig einen Theil des Kerns

und sind von dessen Grenzfäden häufig nur durch eine schmale, leere oder vereinzelte Körnchen einschliessende Spalte getrennt, theils durchziehen sie in geradem, bogen- oder zickzackförmigem Verlauf das Zellinnere nach verschiedenen Richtungen und lassen nicht selten Anastomosen und gabelige Spaltungen erkennen. Bei grösserer Häufigkeit vereinigen sie sich bald zur Bildung eines weitmaschigeren, das Zellinnere durchziehenden, derberen Gerüsts oder bilden unter spitzwinkligen Kreuzungen und Anastomosen ein dichtes Fadengeflecht, bald treten sie bei parallelem Verlauf und zu 3—8 ziemlich dicht neben einander geordnet in Form kleiner Bündel auf, die namentlich in der Nähe der Zellränder häufig werden und schmale Spalten begrenzen, die ganz leer sind oder nur hie und da Körnchen einschliessen.

Die mittleren Abschnitte der Zelle *b*, Fig. 2, werden von Fadennetzen eingenommen, in denen einzelne längere Fäden nach verschiedenen Richtungen verlaufen, während in den peripheren Zellabschnitten theils dichte Fadengeflechte, theils dem Zellrand parallele Fäden vortreten.

An manchen Zellen werden in der Nähe des Zellrandes an einer oder an ein Paar Seiten die Fäden blasser und feiner, so dass sie kaum noch zu unterscheiden sind oder sie verschwinden ganz und das Protoplasma erlangt ein vollkommen homogenes Aussehen.

In der grossen Mehrzahl der Zellen findet sich ein Kern, seltener deren 2, von runder, ovaler, mitunter biskuitförmiger oder unregelmässiger Gestalt dessen Inneres ein merklich schwächeres Brechungsvermögen besitzt als das umgebende Protoplasma, geformte Theile überhaupt in geringerer Menge enthält als das letztere, neben einzelnen derberen Körnchen und Fäden aber häufig noch sehr feine und blasse, dichter gestellte Körnchen einschliesst, während Fadennetze ganz fehlen oder nur in beschränkter Ausdehnung unterschieden werden können. Ein central oder excentrisch gelegenes derberes Korn (Kernkörperchen) kann vorhanden sein oder fehlen, mitunter finden sich aber deren 2—3, die, wenn sie nahe beisammen liegen, durch feine Fäden zusammenhängen. Glatte oder gekörnte Grenzfäden des Kerns von etwas derberer Beschaffenheit treten als geschlossene oder unterbrochene hervor und innerhalb der im letzteren Fall zwischen ihren Enden frei bleibende Lücken wird die Kernperipherie entweder durch einen feineren Faden geschlossen oder durch Körnchenreihen oder durch zum Theil mit einander verbundene Körnchen und Fäden. Häufig

ist bei einer bestimmten Einstellung nur ein einziger Grenzfaden vorhanden, der den grössten Theil oder nur die Hälfte, den 3ten oder 4ten Theil des Kernumfangs begrenzt, in anderen Fällen finden sich statt eines einzigen 2 oder mehrere durch kleinere oder grössere Lücken getrennte Grenzfäden, die durch Körnchenreihen oder durch feinere gekörnte Fäden miteinander verbunden werden. Beim Wechsel der Einstellung kann die Länge, die Form der Krümmung wie die Zahl der sichtbaren Grenzfäden wechseln, es können dieselben somit auch hier nur als derbere Bestandtheile des Fadengerüsts aufgefasst werden, die wie an den Knorpelzellen, den Ganglienzellen, den Epithel- und Bindegewebszellen aus dem Schwanze von Froschlarven, sowohl mit den Fäden der Protoplasmanetze als mit einzelnen der im Kerninnern enthaltenen Fäden zusammenhängen, während ausserdem durch die Lücken zwischen den Enden von Grenzfäden, sowie durch die Spalten zwischen übereinander liegenden Grenzfäden Fäden aus dem Kerninnern direkt und ohne Verbindungen mit den letztern einzugehen in die Protoplasmanetze übertreten können. Derbere Fäden des Kerninnern senken sich aber häufig nicht blos in Grenzfäden ein, sondern bilden dieselben, wenn sie im Bereiche einer Lücke aus dem Kerninnern austretend umbiegen, um dann längs der Kernperipherie weiter zu ziehen, während andererseits nicht selten Grenzfäden aus ihrer der Krümmung des Kernumfangs entsprechenden Verlaufsrichtung ausbiegen und noch eine Strecke weit in die Protoplasmanetze ausgreifen, wie dies namentlich an den Enden von Grenzfäden vorkommt, welche den Kern in Form einer den einen Pol frei lassenden Schlinge umfassen und mit dem einen Ende oder mit beiden frei in das Protoplasma auslaufen, während im Umfang des frei gelassenen Kernpols die Kernperipherie durch einen feineren Faden oder durch eine kleine Körnchenreihe abgeschlossen wird. Es sind somit die Kerngrenzfäden, wenn sie auch meist die Kernperipherie spangen- oder gürtelförmig umfassen, doch nicht in ihrem Verlauf an die letztere gebunden, sondern können ausbiegend sich in die umgebenden Protoplasmanetze hinein erstrecken und zu Theilen derselben werden. Fig. 3 *a*—*i* sind Kerne abgebildet, deren Grenzfäden einen bald grösseren, bald geringeren Theil des Kernumfangs umschliessen; bei *d* und *i* derbere Fäden, welche den Grenzfäden ziemlich dicht anliegen, bei *h* aus dem Kern austretende Fäden und bei *i* ein Grenzfaden, der mit seinen Enden sich in das Protoplasma fortsetzt.

Eine besondere, sich gleichmässig über die Zelloberfläche erstreckende und aus verdichtetem Protoplasma bestehende Hülle existirt nicht, sondern an der ersteren treten vereinzelte oder mehrere anastomosirende, sie umstrickende derbere Fäden und Leisten hervor, deren Zahl, Anordnung und Stärke sehr wechselt, die bald glatt sind, bald ein körniges Aussehen besitzen und durch ihre Verbindungen Felder von wechselnder Form und Grösse umschliessen, welche mitunter sehr schmal werden, wenn 2 solcher Leisten parallel und dicht nebeneinander an der Oberfläche hinziehen. Dem entsprechend zeigen auch die Grenzleisten bei Einstellung des grössten Durchmessers der Zelle ein verschiedenes Verhalten, indem bald nur eine einzige vortritt, welche einen grösseren oder geringeren Theil des Zellumfangs umfasst, bald mehrere von verschiedener Länge, während im Uebrigen die Zellgrenzen überall durch die feinen Netzfäden gebildet werden, welche die äusserste Maschenreihe abschliessen, soweit nicht das Protoplasma in der Zellperipherie eine mehr homogene Beschaffenheit und ein sehr blasses Aussehen erlangt hat. In die Grenzleisten senken sich die Fäden der anstossenden Netze bald unter spitzen, bald unter rechten Winkeln ein und schliessen mit den ersteren bald mehr gestreckte, bald mehr runde oder quadratische Maschen ein, ausserdem finden sich ziemlich häufig Verbindungen zwischen den Grenzleisten und den derberen in den Netzen des Zellinnern eingeschlossenen, in querer oder schräger Richtung an die ersteren herantretenden Fäden. In Fig. 4, *a—d* sind 4 Zellen mit den an ihrem Umfang und an ihrer Oberfläche vortretenden Grenzseiten abgebildet.

Innerhalb der Zellschicht, welche den Uebergang zwischen Rete M. und Epidermis bildet, finden sich continuirliche, zahlreiche derbere, kernkörperchenartige Körner einschliessende Netzschichten, die in grösserer Ausdehnung, bis zum halben Durchmesser des Gesichtsfelds, überhaupt keine Grenzleisten und Zellgrenzen erkennen lassen, während die Kerne in gleichen Abständen wie in den angrenzenden zelligen Schichten und sparsamer eingelagert sind als im Rete Malpighi. Das letztere besteht aus einem continuirlichen Netzlager, in welchem sich einzelne Zellen nicht abgrenzen lassen und das zahlreiche und ziemlich dicht gestellte runde und ovale Kerne einschliesst, die bei ihrem hellen, lichten Aussehen wie Vakuolen innerhalb der umgebenden dichten Fadennetze erscheinen, mitunter geformte Theile ausser den Kernkörperchen überhaupt nicht oder nur wenige Körnchen einschliessen,

andre Male zwar von blassen und sehr feinen Körnchen dicht erfüllt sind, aber auch dann heller erscheinen als das umgebende Protoplasma. Kernkörperchen sind nicht in allen Kernen enthalten, wo sie sich finden, sind sie einfach oder doppelt vorhanden, verhältnissmässig gross, liegen mitunter excentrisch und einzelne besitzen stielartig von ihnen abgehende Fäden. Kerngrenzfäden sind fast an allen Kernen wahrnehmbar und zeigen in Bezug auf ihre Länge, Stärke, Zahl und ihr wechselndes Verhalten bei verschiedener Einstellung ganz ähnliche Verhältnisse, wie an den Kernen der Epidermiszellen. Einzelne spangen- oder halbkreisförmige Grenzfäden sind durch grosse Derbheit ausgezeichnet, laufen nach dem Ende fein aus, so dass sie ein sichelförmiges Aussehen erlangen und sind bei ihrer Stärke auch dann leicht wahrzunehmen, wenn sie bügelartig über die Oberfläche des Kerns von einer Seite zur anderen herüber verlaufen. Netzförmig verbundene Fäden waren im Kerninnern nur selten und in beschränkter Ausdehnung wahrzunehmen und es zeigen in dieser Beziehung wie nach der geringeren Menge ihrer geformten Bestandtheile überhaupt die Kerne des Rete M. und die der Epidermiszellen ein wesentlich verschiedenes Verhalten von den Kernen der Knorpelzellen bei Salamandra M., da in den letzteren die Netze dicht sind, verhältnissmässig scharf und deutlich vortreten, während sie innerhalb des Protoplasma ein blasseres Aussehen besitzen.

In Fig. 2 ist ein Gewebsfetzen aus dem Rete M. abgebildet, dessen nicht überall geschlossene Protoplasmanetze einzelne längere, nach verschiedenen Richtungen verlaufende Fäden und ausser ihnen eine Anzahl derberer Körner einschliessen. Die Kerne besitzen ein sehr helles Aussehen, enthalten nur sparsam eingestreute Körnchen und Fäden und werden längs eines Theils ihres Umfangs von Grenzfäden umfasst, die mit umgebenden Netzfäden zusammenhängen. Die 2 grösseren und der sehr kleine Kern links enthalten je ein Kernkörperchen, von welchem in dem mittleren Kern mehrere feine Fäden abgehen.

An Querschnitten durch die Epidermis wechselt die Häufigkeit der in den einzelnen Zellen und Zellreihen neben den Netzen vortretenden Fäden wie die Art ihrer Anordnung. Mitunter ist in der ganzen Ausdehnung des Gesichtsfelds eine Fibrillirung parallel der Oberfläche überwiegend, dann folgen rein netzförmige Abschnitte und andre wo die Fibrillen mehr schräg oder senkrecht zur Oberfläche gerichtet sind oder wo die Fibrillen nach verschiedenen Richtungen hin verlaufend, sich durchkreuzen und

durchflechten. In den Netzen des Rete M. finden sich längere, nach verschiedenen Richtungen orientirte Fäden spärlicher als in den Epidermiszellen und nur in den tieferen Schichten werden sie zahlreicher und strahlen von da senkrecht oder schräg nach den oberen Schichten aus.

In Figur 1 sind zur Erläuterung der früher geschilderten Strukturverhältnisse in *a—d* Knorpelzellen aus dem Sternalknorpel von Salamandra m. bei 500facher, in *e—g* Kerne derselben bei 900facher Vergrösserung abgebildet. Die Färbung durch Methylgrün war ausschliesslich auf die Kerne beschränkt, so dass dieselben sich scharf von den ohnehin blasseren Protoplasmanetzen absetzten. Die letzteren durchsetzen die Zelle in nahezu ihrer ganzen Ausdehnung nur bei *b*, während sie in geringerer Ausdehnung in der unmittelbaren Umgebung des Kerns bei *d*, in grösserer Ausdehnung bei *c* durch homogenes Plasma ersetzt werden und bei *a* in der grösseren Ausdehnung der Zelle ihre Stelle durch Körnchen und Fäden eingenommen wird, die nur vereinzelt Verbindungen unter einander eingehen. Bei *b* schliessen die Netze ein derbes Korn und mehrere kleinere gefärbte Körner ein. Die Kerne enthalten mehr oder weniger zahlreiche, derbe, strahlige, untereinander direkt oder durch das Fadennetz verbundene Knotenpunkte, ausserdem längere geradlinige, gekörnte, feinere und derbere Fäden, welche den Kern zum Theil oder ganz durchsetzen und bei *c* mehrere durch eine Lücke zwischen den Grenzfäden aus dem Kerninnern in das Protoplasma übertretende Fäden. Ein vollständig geschlossener Grenzfaden findet sich nur bei *d*, bei *b* zeigt er am untern Umfang eine kleine Unterbrechung, bei *a* und *c* je eine grössere am unteren und am oberen Umfang des Kerns. In den stärker vergrösserten Kernen *e*, *f* und *g* tritt ein derberes, aus strahligen und strangartigen, zum Theil verzweigten Knotenpunkten bestehendes Gerüst mit dem zwischen ihnen ausgespannten gitterförmigen Fadennetz sehr deutlich hervor, während ein Grenzfaden in grösserer Ausdehnung nur am linken Umfang des Kerns bei *g* vorhanden ist, am rechten Umfang desselben dagegen wie im ganzen Umfang der Kerne *e* und *f* Grenzfäden nur in Form kurzer Bruchstücke vortreten und in den Lücken die feinen, nicht oder wenig gefärbten Netzfäden der Kernperipherie sich ohne alle scharfe Grenze in die umgebenden nicht gefärbten Protoplasmanetze fortsetzen.

Druck von Ed. Frommann in Jena.

Das

Klappen-Distanz-Gesetz

von

Dr. Karl Bardeleben,
a. o. Professor und Prosector in Jena.

In einer Reihe kleinerer Mittheilungen (Sitzungsberichte der Jenaischen Gesellschaft für Medicin und Naturwissenschaft: 1877, 6. Juli u. 20. Juli; 1879, 7. November; 1880, 5. März u. 7. Mai), sowie in einer ausführlicheren Arbeit (Jenaische Zeitschrift Bd. XII, S. 21—67) habe ich über Untersuchungen berichtet, welche ich seit mehreren Jahren über das Venensystem des Menschen und höherer Thiere angestellt habe. Die folgenden Zeilen sollen nun über Beobachtungen, besonders Messungen Rechenschaft geben, welche ich über Anzahl, Abstände und andere allgemeine Verhältnisse der Venenklappen, vor allem in den Extremitätenvenen des Menschen, vorgenommen habe, sowie über die Beziehungen, welche sich zwischen Venenklappen und Ast-Einmündung, sodann zwischen den Klappen-Distanzen und der Grösse des Individuums und der Extremität herausgestellt haben. Die vorliegende Arbeit ist im Wesentlichen eine Ausführung und Begründung der Mittheilung vom 7. Mai d. J. Sie soll gleichzeitig als ein „zweiter Beitrag zur Kenntniss des Venensystems", im Anschluss an den eben erwähnten Aufsatz in der Jenaischen Zeitschrift, gelten. Weitere Beiträge, hauptsächlich histologischen und entwickelungsgeschichtlichen Inhalts, sollen so bald als möglich folgen. Es sei mir gestattet, auch an dieser Stelle Herrn Hofrath Professor Dr. Schwalbe meinen Dank für Anregung und Förderung bei meinen Untersuchungen auszusprechen.

Literatur.

Die Literaturangaben über Zahl, Grösse, Stellung und Distanzen der Venenklappen sind ausserordentlich dürftig, unvollständig und ungenau, oft geradezu unrichtig. Selbständige Forschungen sind hier wohl nur von sehr wenigen Autoren angestellt worden, — die Abstände der Klappen scheint überhaupt Niemand bisher systematisch gemessen zu haben. In den zahlreichen und umfangreichen Werken, welche sich mit der Anatomie des Venensystems [1]) beschäftigen, finde ich nur die folgenden Angaben über unsere Fragen.

Fabricius ab Aquapendente [2]) sagt über Distanzen S. 4: „Ob id natura, praeterquam quod ostiola plurima per vasis longitudinem, duorum, trium quattuorue digitorum interuallo distantia comparauit, . . .“ Betreffs der Stellung der Klappentaschen heisst es S. 5: „Proinde natura, ita ostiola disposuit, ut perpetuo superiora inferioribus, & sibi proximis aduersam subinde positionem obtinuerint, non dissimili ratione atque in herbis ipsis, flores, folia, & ramusculos subinde à caulis contraria regione enasci videntur.“ — Die Zahl der Klappen soll nach demselben grösser sein bei Leuten, „qui aut melancholico sanguine crassissimo, aut contrà, bilioso ac tenuissimo abundant, aut rursus in iis qui corporis magnitudine pollent: aut carnosi magis sunt, eoque venas habent numerosiores . . . aut vasa habent latissima, quae ostiola multa postulant, . . . aut longas rectasque venas partes sortiuntur . . . aut tandem si animal mobilitate promptius natura sit . . .“ — F. gibt über die Zahl der Klappentaschen an, beim Menschen wären zwei genügend, jedoch gäbe es auch „loca non pauca, quibus unicum tantum ostiolum conformatum est.“

Der Wieder-Entdecker des Kreislaufs, Harvey [3]), macht über

---

[1]) Die Jenaische Universitäts-Bibliothek, und die Königliche Bibliothek in Berlin habe ich vollständig hierauf durchgesehen, ausserdem noch die Universitäts-Bibliotheken zu Leipzig, Berlin und Göttingen benutzt.

[2]) De venarum ostiolis. Patavii. MDCIII. F. 8 Tafeln. Fabricius hat übrigens die Venenklappen nicht entdeckt. Vor ihm sahen sie Amatus Lusitanus (1547) und Cannanus, Fabricius erst 1574. Uebrigens sind sie jedenfalls schon Erasistratos (Alexandria) bekannt gewesen, da derselbe bereits Arterien und Venen physiologisch richtig unterschied.

[3]) Exercitatio anatomica de motu cordis et sanguinis in animalibus. Francof. MDCXXVIII. 72 S. 4⁰. 2 Taf.

die Klappen, deren physiologische Bedeutung er nach 1500jährigem Irrthume zuerst richtig erkannte, keine weiteren anatomischen Angaben.

Indem ich Einzelangaben von Kerkring, Perrault, Bidloo u. A. übergehe, wende ich mich zu unserem grossen Physiologen des vorigen Jahrhunderts, Haller [1]). Derselbe stützt sich theilweise auf Fabricius und andere Vorgänger, theilt aber auch eigene Beobachtungen mit. Die Zahl der Klappentaschen kann nach H. 1, 2 oder 3 sein. Der Sitz der Klappe sei bald an der Einmündung von Aesten, bald fern davon. Ueber das Vorkommen sagt H., dass tiefe Venen fast gar keine Klappen haben.

J. F. Meckel [2]) beschreibt die Form der Klappen, und macht sehr allgemein gehaltene Angaben über häufiges und seltenes Vorkommen in bestimmten Venen, ferner unrichtige Angaben über die Zahl der Klappentaschen und erwähnt mit einer Zeile (l. c. S. 207), dass „man an manchen Stellen bisweilen nur einen kleinen Vorsprung als Rudiment" der Klappen finde.

S. J. H. Salter [3]) unterscheidet zwei Arten von Klappen, je nachdem sie nämlich an der Einmündung eines Astes oder innerhalb des Venenkanals gelegen sind. Erstere seien einfach oder doppelt, letztere einfach in kleinen Venen, in grösseren doppelt, selten dreifach. S. macht ferner gute Angaben über Form und Bau der Klappentaschen.

Die ersten positiven Zahlen-Angaben für die Klappen-Anzahl in einer bestimmten Vene finde ich bei B. Geo. M'Dowel [4]). Die mitgetheilten Zahlen sind aber quantitativ wie qualitativ wenig genügend. Sie mögen hier alle folgen: Saphena magna 2—6; Saph. parva 2; Poplitea 4—5; Femoralis 3—5.

Sehr genaue Angaben über die allgemeinen Verhältnisse der Klappen macht Wahlgren [5]), der auch einige Zahlen mittheilt. Ueber Form, Bau und Vorkommen der Klappen ist W. im Ganzen wohlunterrichtet. Folgende Sätze [6]) dürften allerdings unten Ver-

---

1) Elementa physiologiae. Vol. I. S. 123—149.

2) Handbuch der menschlichen Anatomie. I. Bd. Halle u. Berlin 1815. S. 205 f.

3) Todd's Cyclopaedia of anatomy and physiology. Vol. IV. London 1847—1852. Artikel Vein. S. 1367—1403.

4) Ebenda. Artikel Venous system. S. 1403—1415.

5) Kort framställning af vensystemets allmäna anatomi. Lund. 1851.

6) l. c. S. 81. Wörtliche Uebersetzung von mir.

änderungen und Einschränkungen erfahren: „Die zahlreichsten finden sich in Extremitäten-Gefässen und vorzugsweise den unteren; ebenso trifft man mehr Klappen in den Aesten, als in den Stämmen. Nach mehreren Autoren (Meckel, Bock, Béclard) sollten sie gleichfalls zahlreicher sein in den oberflächlichen, als in den tiefliegenden Gefässen, eine Angabe, die gleichwohl nicht mit dem wirklichen Verhalten übereinstimmt." Beispielsweise führt W. dann an (S. 82): „In der Saphena kommen sie ungefähr an 15 Stellen vor; am Unterschenkel sitzen sie weit getrennt, nähern sich einander immer mehr und mehr aufwärts, so dass sie nahe der Einmündung in die V. cruralis in 2 Reihen dicht hinter einander sitzen. V. saphena minor hat 10 Klappen, Saph. post. (? Bardeleben) die gleiche Anzahl. In den Venae plantares profundae stehen sie dagegen so dicht, dass die Gefässe ein perlschnurartiges Aussehen erhalten, wenn sie ausgespannt sind; ebenso verhält es sich mit den Venen in der Wadenmuskulatur. Die tiefen Venen des Unterschenkels haben Klappen an fast jedem halben Zoll ihrer Länge. V. poplitea hat nur 1 Paar solche und Cruralis 2 Paare. Gewöhnlich sind die Klappen in einem grösseren Gefässe dicht unter der Einmündung eines Astes gelegen." Dann weist W. auf individuelle Verschiedenheiten hin: „so trifft man bei starken Personen Klappen in Venen, die bei schwachen nicht damit versehen sind . ." Die Zahl der Taschen betreffend sagt W.: „in kleineren Gefässen findet sich gewöhnlich nur eine Klappe an jeder Stelle, seltener, in grösseren Venen wie Cruralis und Jugularis u. s. w. kommen drei solche neben einander vor."

Der Erste und, wie es scheint, bisher Einzige, welcher speciell die Klappen zum Gegenstande einer Untersuchung machte, ist wohl Houzé de l'Aulnoit[1]) gewesen, der auf Anregung von Sappey eine ausführliche Dissertation darüber 1854 der Pariser Fakultät vorlegte. Diese Abhandlung, in deren Besitz ich nach langem vergeblichen Suchen in den Bibliotheken[2]) erst kurz vor Beendigung der Niederschrift meiner Arbeit gelangt bin, enthält anatomische Untersuchungen über Form, Zahl, Vorkommen der Klappen, sowie Betrachtungen physiologischer Natur. Verf. beschreibt u. a. als „variété" Klappen, die er für unentwickelte hält (arrêts

---

[1]) Recherches anatomiques et physiologiques sur les valvules des veines. Thèse pour le doctorat en médecine. Paris 1854. 4°. 68 S.

[2]) Herr Geheimerath Henle hatte die Güte, mir eine antiquarische Bezugsquelle nachzuweisen.

de développement, avortés), und denen er einen hohen physiologischen Werth beimisst, nämlich „protection contre la distension.“ Die Frage, ob die Tasche mit der Wandung der Vene verschmelze oder langsam verschwinde, bezeichnet er als „pueril“, das könne einen „esprit sérieux“ nicht interessiren! Als allgemeines Gesetz gibt H. de l'A., auf die Autorität von Fabricius ab Aquapendente gestützt, eine alternirende Stellung auf einander folgender Klappen an. Ferner stehen die Klappen „presque constamment“ an der Einmündung von Aesten, und zwar 4—5 mm davon entfernt. Die Zahl der Klappen betreffend, stellt Verf. die klappenlosen Venen nach Verneuil zusammen und nimmt einige derselben (Haemorrhoidales inff., Thyreoideae, Azygos u. a.) davon aus; ausnahmsweise kämen Klappen vor in der Iliaca communis, externa, Hypogastrica; die Anastomosen seien an der oberen Extremität fast immer klappenlos, an der unteren nicht. Im Allgemeinen stehe (Chassaignac) die Zahl der Klappen in einer Vene im umgekehrten Verhältnisse zu dem Durchmesser der letzteren. Verf. macht u. a. auf die Constanz und physiologische Wichtigkeit einer 3—4 cm unter der arcade crurale gelegenen Klappe aufmerksam; dieselbe (an der Einmündung der Saphena) beherrsche das ganze venöse System der unteren Extremität (vgl. Braune, Oberschenkelvene). Ferner hebt Verf., nach dem Vorgange Bérard's, die anatomischen und physiologischen Beziehungen der Halsfascien zu den grossen Venen von Hals und Brust hervor. Messungen einzelner Klappen-Distanzen hat Houzé nicht vorgenommen, sondern er hat bei einigen Individuen die Länge mehrerer Venen und die Zahl der dort vorhandenen Klappen bestimmt, dann erstere durch letztere dividirt und so eine durchschnittliche Klappen-Distanz berechnet. Dieselben werden für Haut-, tiefe, Muskel-Venen, grosse Stämme zwischen 20—84 mm an der unteren, 27—52,6 mm an der oberen Extremität gefunden und verglichen. Für die untere Gliedmasse hat Houzé eine, für die obere zwei Leichen untersucht.

Methode der Untersuchung.

Zur Beurtheilung der gefundenen Thatsachen, besonders betreffs der Zahlen, müssen einige Worte über die Untersuchungsmethode vorausgeschickt werden. Die meist noch frischen Leichen wurden, wo unten nichts anderes bemerkt ist, in der gewöhn-

lichen Rückenlage untersucht. Abgesehen von einigen der ersten Leichen wurde zunächst die ganze Länge und diejenige der Extremitäten und deren Abschnitte bestimmt. Behufs specieller Untersuchungen an der oberen Extremität wurde diese in gestreckter Haltung ungefähr rechtwinklig vom Rumpfe abducirt. Nachdem die betreffende Vene fast stets mit vollständigster Schonung derselben (Ausnahmen sind in den Protokollen bemerkt) freigelegt war, wurde ihre Länge und dann die Distanz der Endpunkte in der Luftlinie gemessen. Die Abstände der Klappen wurden bei den Erwachsenen immer, bei den Kindern theilweise an der (mit der Scheere) aufgeschnittenen Vene bestimmt. Bei den kleineren Venen der Kinder und Foeten ist es meist unmöglich, wegen der Kleinheit der ganzen Verhältnisse, wegen der Dünnheit und Durchsichtigkeit der Wandungen und der Klappen letztere deutlich zu sehen, auch wenn man etwa Berliner Blau injicirt oder die natürliche Blutfüllung benutzt. Hier thut man besser, die Venen nicht aufzuschneiden (was sich oft wegen der Kleinheit übrigens von selbst verbietet), sondern die Klappen von aussen durch vorsichtiges Hin- und Herstreichen des Blutes deutlich zu machen. Uebrigens soll bemerkt werden, dass auch beim Erwachsenen, zumal bei dünneren, tiefen Venen, eine partielle Füllung der Klappensinus mit Blut oder Berliner Blau an der aufgeschnittenen Vene sehr gute Dienste leistet. Es kam nun darauf an, für die Distanzmessungen einen bestimmten Punkt an der Klappe zu finden. Das ist nicht so leicht, als es auf den ersten Blick erscheint. Die Taschen der Klappen sind innerhalb derselben Vene, ja bei derselben „Klappe“ (= 2 Taschen) verschieden gross, erstrecken sich verschieden weit distalwärts. Daher eignen sich die Convexitäten der Taschen häufig nicht zur Messung. Am zweckmässigsten hat sich mir der Punkt erwiesen, an welchem die Hörner (cornua) der Klappentaschen sich aus der Venenwand erheben, also der ideelle Durchschnittspunkt von drei Ebenen, die der ausgebreiteten Wandung der Vene und den beiden Taschenmembranen entsprechen. Auch hier ist zu beachten, dass die beiden Anheftungspunkte der Taschen an die Wand nicht in derselben horizontalen Ebene zu liegen brauchen und dass man die einander entsprechenden Punkte wählen muss. Bei regelmässigem Aufschneiden der Vene und gleichmässiger Stellung der Taschen zu der Oberfläche des Körpers ergäbe sich das von selbst. Letzteres ist allerdings nicht immer der Fall, wenn auch das von Fabricius (s. Literatur) erwähnte Alterniren in der Taschenstellung durchaus nicht Regel ist, sondern

öfter durch ungleichmässige Führung der Scheere künstlich hergestellt wird. (Vgl. die Tafeln von Fabricus ab Aquapendente, sowie unten). Die Abstände der bezeichneten Punkte wurden fast immer vermittelst eines spitzen Zirkels (bei Kindern eventuell mit Hülfe der Loupe) genommen und auf einem Metallmassstab gemessen. Bei grösseren Entfernungen und bei Biegungen der Vene musste natürlich statt des Zirkels (Luftlinie) ein Bandmass oder besser ein Faden benutzt werden. Fast alle Distanzen sind mindestens zweimal gemessen worden, auch drei- und viermal. Oefters ergaben sich hierbei kleine Differenzen, zumal wenn der oben bezeichnete Punkt undeutlich war, wie das besonders bei solchen Klappen der Fall ist, welche eingehen oder eingegangen sind. In vielen Fällen wurden, bei gleicher Grösse der Taschen zweier auf einander folgender Klappen, zur Controle die Abstände der stärksten Convexität gemessen, eventuell auch die Abstände der in die Klappensinus mündenden Aeste. Trotz aller möglichen Vorsichtsmassregeln sind natürlich wohl manche Fehler mit unter gelaufen, wie das in der Natur der Sache liegt und wie das besonders, wenn äussere Umstände ein etwas schnelles Messen erforderlich machten, erklärlich ist. Nur bei einer grossen Anzahl von Messungen konnten die etwaigen Fehler erkannt resp. eliminirt werden. Ich hoffe, die Zahl meiner Messungen (über 700) hat hierzu genügt. Auch, nachdem ich zu definitiven und sicheren Ergebnissen gelangt zu sein glaubte, habe ich das mir noch zufliessende Material zur Prüfung, und wie sich herausstellte, zur Bestätigung der Resultate benutzt. Besonders werthvoll war es, nachträglich noch einige Kinder aus den ersten Lebensjahren untersuchen zu können.

Zum Verständniss der Messungsreihen, welche unten folgen, noch einige Worte. Columne a enthält die Bezeichnung der Gegend, soweit dies nöthig oder zweckmässig war; Col. b die Nr. der Klappen; Col. c die beobachtete Distanz. Die Zahlen in Col. d geben an, ein wie vielfaches die Zahl in c von der „Grunddistanz“ betrug. Letztere ist, besonders wenn sie von den Durchschnittswerthen: 7 mm für die untere, 5,5 mm für die obere Extremität abwich, besonders angegeben. In Col. e ist die Distanz in der Weise berechnet, dass die Grunddistanz mit der Zahl in Col. d multiplicirt wurde. Col. f. enthält die Differenz zwischen c und e, also zwischen der wirklich beobachteten und der nach dem unten zu erläuternden Gesetze berechneten Distanz, d. h. also eventuelle Beobachtungsfehler (z. B. durch Verzerrung der Vene bei Beugung oder Streckung) oder die Ausdrücke für Wachsthumsver-

schiebungen oder aber für noch unbekannte Störungen der Gesetzmässigkeit.

Alle Masse verstehen sich in mm, bei den grösseren Längen am Kopfe der Protokolle in cm.

Leiche A.

Mann.

Messungsreihe I.

V. capitalis brachii, links.

Den 16. III. 1880. Arm gestreckt, 90° vom Rumpf abducirt.

	cm
Entfernung vom Proc. styloides radii bis zum Abgang (Einmündung) der Cephalica humeri	23
„ von hier bis zur Einmündung der Basilica	5
„ „ „ „ „ „ der grösseren V. brachialis	29
„ „ „ „ zum Zusammenfluss der Subclavia und Jugularis interna	10
Sa.	67
Luftlinie vom Proc. styloides radii bis zur Jugularis interna	64,3
Umweg der Vene =	2,7

Vom Proc. styloides rad. bis zur 1. Klappe: 24 mm.
Die Abstände der übrigen Klappen (in mm) zeigt folgende Tabelle:

a. Gegend	b. Klappe	c. beobachtet	d. n	e. berechnet	f. Differenz c — e	g. Bemerkungen.
Unterarm	2	44	8	44	0	GD [1]) = 5,5.
	3	55	10	55	0	
	4	59	11	60,5	— 1,5	
	5	36	6	33	+ 3,0	
Ellenbeuge	6	112	20	110	+ 2,0	
Oberarm	7	10	2	11	— 1,0	
	8	25	5	27,5	— 2,5	
	9	28	5	27,5	+ 0,5	
	10	78	14	77	+ 1,0	
	11	42	8	44	— 2,0	
Axelhöhle	12	117	21	115,5	+ 1,5	
	Summe:	606	110	605	+ 1,0	

Leiche A.

Messungsreihe II.

V. saphena magna, links.

Den 17. III. 1880. Bein gestreckt, gewöhnliche Lage der Leiche.
Anfang der Messungen von der Stelle, wo die V. digitalis dors. I in den Arcus dorsalis einmündet und so die Saphena magna ihren Ursprung nimmt.

	cm
Entfernung von dieser Stelle bis zur Einmündung in die Femoralis längs der Vene	84
„ von dieser Stelle bis zur Einmündung (vom Malleolus) in der Luftlinie	78,5

1) Bedeutet überall: „Grunddistanz“.

Vene biegt sich stärker als gewöhnlich am Knie nach hinten.
Vom Ursprung der Saphena bis zur 1. Klappe: 29 mm.
Die Abstände der folgenden Klappen s. in der Tabelle:

a. Gegend	b. Klappe	c. beobachtet	d. n	e. berechnet	f. Differenz c — e	g. Bemerkungen
Fuss	2	40	6	42	— 2,0	GD = 7,0.
	3	25	4	28	— 3,0	
	4	10—11	1	7	+ 3,0 (+ 4,0)	
Unterschenkel	5	208	30	210	— 2,0	
	6	46	7	49	— 3,0	
	7	39	5	35	+ 4,0	
	8	90	13	91	— 1,0	
Oberschenkel	(9)[1]	22	3	21	+ 1,0	
	10	55	8	56	— 1,0	
	11	20	3	21	— 1,0	
	(12)	70	10	70	0	
	13	120	17	119	+ 1,0	
	14	51	7	49	+ 2,0	Bis zur Einmündung in die Femoralis dann noch 10 mm.
Summe:		796—797	114	798	— 2,0; — 1,0	Klappenanlagen 114, excl. Fuss 105.

Leiche A.

Messungsreihe III.

V. tibialis antica (lateralis).

Den 17. III. 1880.
Die 1. Klappe am Fussgelenk.

b. Klappe	c. beobachtet	d. n	e. berechnet	f. Differenz c—e	g. Bemerkungen
2	13	2	14	— 1,0	GD = 7.
3	7	1	7	0	
4	22	3	21	+ 1,0	
5	28	4	28	0	
6	14	2	14	0	
7	7 (8)	1	7	0 (+ 1,0)	
8	14	2	14	0	
9	21	3	21	0	
10	36 (35)	5	35	0 (+ 1,0)	
11	26—27	4	28	— 1,0 (— 2,0)	
12	42	6	42	0	
Summe:	229—232	33	231	— 2,0 bis + 1,0	

1) Die Klammer bedeutet hier und an anderen Stellen, dass die Klappe eingegangen oder im Eingehen begriffen war.

Leiche A.

Messungsreihen IV u. V.

V. femoralis superficialis (anterior und posterior).

Den 17. III. 1880.

IV. V. femor. superfic. anterior.

Die oberste Klappe befindet sich an der Einmündung der Profunda. Von hier aus distal:

V. V. femor. superfic. posterior.

Distanz der obersten Klappe von Klappe 1 der anterior: 24 mm.

b. Klappe	c. beobachtet	d. n	e. berechnet	f. Differenz c—e	g. Bemerkungen	b. Klappe	c. beobachtet	d. n	e. berechnet	f. Differenz c—e	g. Bemerkungen
2	61	9	63	— 2,0	Klappen sehr gross.	2	90	13	91	— 1,0	Klappen sehr gross.
3	33	5	35	— 2,0		3	20	3	21	— 1,0	
4	52	7	49	+ 3,0		4	70	10	70	0	
5	52	7	49	+ 3,0							
Sa.:	198	28	196	+ 2,0		Sa.	180	26	182	— 2,0	

Leiche A.

Messungsreihe VI.

V. femoralis profunda (major).

Den 17. III. 1880.

Die oberste Klappe befindet sich ungefähr 40 mm von der Einmündung der Profunda in die Femoralis superfic. ant.

b. Klappe	c. beobachtet	d. n	e. berechnet	f. Differenz c—e	g.
2	112	16	112	0	Die Vene weit, die Klappen sehr gross.
3	44	6	42	+ 2,0	
4	42	6	42	0	
Summe:	198	28	196	+ 2,0	

Leiche A.

Messungsreihe VII.

V. saphena parva, links.

Den 17. III. 1880.

Länge der Vene vom Malleolus lateralis bis zur Kniekehle 40 cm.
(Vom Malleolus bis 1. Klappe?)

b. Klappe	c. beob-achtet	d. n	e. berech-net	f. Differenz c—e	g. Bemerkungen
2	17	2	14	+ 3	Die Zahlen sind ziemlich unregelmässig. Wenn man aber mehrere benachbarte Distanzen addirt, erhält man nur ganz unerhebliche Abweichungen von der Berechnung, ein Beweis, dass einzelne Klappen verschoben waren (Wachsthum?).
3	33	5	35	— 2	Abweichung: So ergibt 17 + 33 = 50: + 1
4	80	11	77	+ 3	80 + 55 + 25 = 160: — 1
5	55	8	56	— 1	60 + 52 = 112: 0
6	25?	4	28	— 3	36 + 34 = 70: 0
7	60?	9	63	— 3	Zwischen 3 und 4, sowie 4 und 5 war je ein deutliches Klappenrudiment.
8	52?	7	49	+ 3	
9	36	5	35	+ 1	Die mit ? bezeichneten Messungen konnten wegen der Beschaffenheit des Kläppenursprungs nicht genau gemacht werden.
10	34(35)	5	35	— 1(0)	
Sa.:	392(3)	56	392	— 1 oder 0	

Leiche A.

Messungsreihe VIII.

V. tibialis postica (lateralis s. posterior).

Den 17. III. 1880.

Die grössere der beiden Begleitvenen. Vom Malleolus angefangen.

b. Klappe	c. beobachtet	d. n.	e. berechnet	f. Differenz c—e	g. Bemerkungen
2	28	4	28	0	Die Zahlen für Klappe 3 oder 4 bis 7 sind wahrscheinlich in Folge der Streckung des Fusses zu klein. Mehrere Distanzen ergeben bei wiederholten Messungen verschiedene Resultate.
3	12; 14	2	14	— 2; — 0	
4	18; 19	3(2?)	21	— 3; — 2	
5	18; 19	3(2?)	21	— 3; — 2	
6	12	2	14	— 2	
7	18	3	21	— 3	
8	23	3	21	+ 2	
9	28; 27	4	28	0; — 1	
10	8,5; 9	1	7	+ 1,5; + 2,0	
11	23	3	21	+ 2	
12	28	4	28	0	
13	28	4	28	0	Zwischen 13 und 14 Einmündung der anderen Vene (IX).
14	36	5	35	+ 1	
15	23	3	21	+ 2	
16	85	12	84	+ 1	Einmündung in die Poplitea.
Sa.:	389,5 — 395	(55 oder) 56	(385 oder) 392	+ 3 bis — 5,5	

Leiche A.

Messungsreihe IX.

V. tibialis postica (medialis s. anterior).

Den 17. III. 1880.
Die kleinere der beiden Begleitvenen. Vom Malleolus angefangen.

b. Klappe	c. beobachtet	d. n	e. berechnet	f. Differenz c—e	g. Bemerkungen
2	15	2	14	+ 1	
3	15	2	14	+ 1	
4	6	1	7	— 1	
5	12	2	14	— 2	
6	24	3	21	+ 3	Zwischen Kl. 6 u. 7 Communication mit der anderen Vene.
7	47	7	49	— 2	
8	ca. 32?	5?	35	— 3?	
9	6	1	7	— 1	
10	15	2	14	+ 1	
11	18; 19	2—3	14; 21	+ 4 bis — 2	Klappe 11 sehr gross. 43 : n = 6. Diff. + 1(2).
12	25?	4—3	28; 21	— 3 bis + 4	
Sa.:	214—216	31	217	— 3 bis — 1	Einmündung in die andere Vene.

Leiche A.

Messungsreihe X.

V. peronea (major), links.

Den 17. III. 1880.
Vom oberen (proximalen) Ende angefangen.

b. Klappe	c. beobachtet	d. n	e. berechnet	f. Differenz c—e	g. Bemerkungen
2	25	4	28	— 3	Vene ist sehr weit.
3	50	7	49	+ 1	
4	23; 24	3	21	+ 2; + 3	48. — 1.
5	23; 24	4	28	— 4; — 5	
6	8	1	7	+ 1	Dann scheinen keine Klappen mehr zu kommen. Viele Aeste.
Sa.:	129—131	19	133	— 4 bis — 2	

Leiche B.

Sehr kräftiger Mann. 54 Jahre alt. Selbstmörder. Körperlänge 174 cm. Länge der unteren Extremität von den Zehen bis zur Leistenbeuge 102, Länge der oberen bis zur Axel ca. 79 cm.

Messungsreihe XI.

V. tibialis antica (medialis, anterior), rechts.

Den 20. III. 1880. Bein gestreckt. Rückenlage. Die Messung wurde aus äusseren Gründen sehr schnell ausgeführt, daher sind die Zahlen abgerundet.

Vom Fussgelenk bis zur 1. Klappe ca. 20 mm.
Länge der ganzen Vene ca. 31 cm. Länge der Tibia 38,5.

a.	b.	c.	d.	e.	f.	g.
unten	2	20	3	21,45	— 1,45	GD = 7,15 mm.
	3	15	2	14,3	+ 0,7	
	4	20	3	21,45	— 1,45	Die Distanz 25 kommt bei allen
	5	20	3	21,45	— 1,45	4 Tibiales antt. nur hier vor, viel-
	6	25?	3	21,45	+ 3,55	leicht Beobachtungsfehler.
	7	30	4	28,6	+ 1,4	Zwischen Kl. 6 u. 7 Abgang eines
	8	30	4	28,6	+ 1,4	Astes zur anderen Vene (XII).
	9	15	2	14,3	+ 0,7	Zwischen Kl. 10 u. 11 Einmündung
	10	20	3	21,45	— 1,45	der anderen Vene und mehrerer
	11	50	7	50,05	— 0,05	Aeste. Klappenrudimente sicht-
oben	12	30	4	28,6	+ 1,4	bar.
	Summe:	275	38	271,7	+ 3,3	

Leiche B.

Messungsreihe XII.

V. tibialis antica (lateralis, posterior), rechts.

Den 30. III. 1880.
Vom Fussgelenk bis zur 1. Klappe ca. 45 mm.

a.	b.	c.	d.	e.	f.	g.
	2	15	2	14,3	+ 0,7	GD = 7,15 mm.
	3	15	2	14,3	+ 0,7	
	4	20	3	21,45	— 1,45	
	(5)	19	3	21,45	— 2,45	Kl. 5 rudimentär, distal verschoben.
	6	15,5	2	14,3	+ 1,2	
	7	19	3	21,45	— 2,45	
	8	30	4	28,6	+ 1,4	Zwischen 9 u. 10 Einmündung in die
	9	45	6	42,9	+ 2,1	vordere, mediale Vene.
	10	15	2	14,3	+ 0,7	Kl. 10 im gemeinsamen Stamme.
	Summe:	193,5	27	193,05	+ 0,45	

Leiche B.

Messungsreihe XIII.

V. saphena magna, rechts.

Den 30. III. 1880.
Gerade Linie vom Fussgelenk bis zur Einmündung der Vene: 79,5 cm.
An der Vene entlang gemessene Länge: 82,5 cm.
Umweg also 3 cm.
Vom Anfang der Vene (Arcus dorsalis pedis, vgl. Messungsreihe II) bis zur 1. Klappe beträgt die Entfernung 35 mm.

a.	b.	c.	d.	e.	f.	g.
Fuss	2	20	3	21,3	—	GD 7,1.
	3	40	6	42,6	—	
Unterschenkel	4	41(40)	6	42,6	—	
	5	85	12	85,2	—	
	6	100	14	99,4	+	
	7	100	14	99,4	+	Umweg am Knie, GD grösser,
	8	60	8	ca. 60	—	etwa 7,5.

a.	b.	c.	d.	e.	f.	g.
Oberschenkel	9	62	8	ca. 60	+	Zwischen 9 u. 10, ungefähr 20 mm unterhalb 10, eine rudimentäre Klappe.
	10	79	11	ca. 82	—	
	11	103(100)	14	99,4	+	
	12	80	11	78,1	+	
	13	50	7	49,7	+	
	14	37(38)	5	35,5	+	
Summe:		853—858	119	855,2	—	119—9 = 110.

Leiche B.

Messungsreihe XIV.

V. femoralis superficialis (major) rechts.

Den 30. III. 1880.

Länge der Vene vom Durchtritt durch den Adductor magnus bis zur Leistenbeuge 30,5 cm. Die Vene, sowie ihre Klappen sind sehr gross, genaue Messung ist daher schwierig. Wiederholt gemessen.

Die 1. Klappe befindet sich am oder dicht unter dem Durchtritt, in der Fossa poplitea.

a.	b.	c.	d.	e.	f.	g.
unten	2	50(52)	7	49	+ 1	GD ca. 7 mm.
	3	105(108)	15	105	0	Zwischen 2 u. 3 deutliche Reste einer Klappe.
	4	54	8	56	— 2	
oben	5	72(75)	10	70	+ 2	Einmündung der Saphena.
Summe:		281(289)	40	280	+ 1	

Leiche B.

Messungsreihe XV.

V. capitalis brachii, rechts.

Den 30. III. 1880. Arm gestreckt, rechtwinklig vom Körper abducirt.

Entfernung vom Proc. styl. rad. bis zur Ellenbeuge 26, von hier bis zum Proc. coracoides 33 cm.

Vom Proc. styl. rad. bis zur 1. Klappe: 56 mm.

a.	b.	c.	d.	e.	f.	g.
Vorderarm	2	33	6	33	0	GD = 5,5 mm.
	3	66	12	66	0	
	4	39	7	38,5	+ 0,5	Zwischen 4 u. 5 Abgang der Cephalica humeri, vgl. unten.
	5	40	7	38,5	+ 1,5	
	6	17(18)	3	16,5	+ 0,5 (1,5)	
Ellenbeuge	7	ca. 29	5	27,5	ca. + 1,5	Von Klappe 7 bis zur Einmündung der Basilica 23 mm.
Oberarm	8	77	14	77	0	
	9	77	14	77	0	
	10	47; 48	9	49,5	— 1,5	
Axel	11	47; 48	9	49,5	— 1,5	
Summe:		472—475	86	473	—	473 + 56 = 531.

Leiche B.

Messungsreihe XVI.

V. cephalica humeri, rechts.

Fortsetzung von XV. Anfang der Messung an Klappe 4 der V. capitalis.
Den 30. III. 1880.

a.	b.	c.	d.	e.	f.	g.
Ellenbeuge	1	65,66	12	66	0 (—1)	Zwischen 1 u. 2, 66mm von 1, Einmündung einer starken Vene, die vom Vorderarm kommend, eine Insel mit der Ceph. bildet.
Oberarm	2	113,114	21	115,5	— 1,5(2,5)	
	3	40,41	7	38,5	+ 1,5(2,5)	
	4	28	5	27,5	+ 0,5	
	5	40	7	38,5	+ 1,5	Kl. 5 am Anfang der Muskeln (Deltoides u. Pectoralis).
	6	ca. 70	13	71,5	— 1,5	Kl. 6 kleiner, als die vorigen.
	7	40	7	38,5	+ 1,5	
Summe:		396—399	72	396	0 bis + 3	

Leiche B.

Messungsreihe XVII.

V. radialis (radialis) und v. brachialis (radialis s. lateralis), rechts.

Den 30. III. 1880. Beide Venen bilden ein zusammenhängendes System, das der V. capitalis entspricht.

Entfernung vom Proc. styl. rad. bis zur 1. Klappe ca. 32 mm.

a.	b.	c.	d.	e.	f.	g.
Unterarm	2	11—12	2	11	0 (+ 1)	GD = 5,5.
	3	49—50	9	49,5	—	
	4	44	8	44	0	
	5	ca. 10	2	11	— 1	
	6	ca. 15	3	16,5	— 1,5	
	7	54	10	55	— 1	
Ellenbeuge	8	27	5	27,5	— 0,5	Zwischen 8 u. 9 geht radialwärts ein Ast in die oberflächliche Vene, während sich ulnarwärts die V. radialis in die laterale (grössere) V. brachialis fortsetzt.
Oberarm	9	23	4	22	+ 1	
	10	80	14	77	+ 3	
	11	37	7	38,5	— 1,5	
	12	27	5	27,5	— 1,5	
	13	10—11	2	11	—	Zwischen 13 u. 14 Abgang eines Astes zur V. capitalis. V. brachialis wird danach viel kleiner.
					+ 1	
Axel	14	78	14	77		
	15	19—20	4	22	— 2(—3)	55.
	16	34—35	6	33	+ 1 (+ 2)	
Summe:		518—523	95	522,5	— 4,5 bis + 0,5	

Leiche B.
Messungsreihe XVIII.
V. brachialis (ulnaris, minor).

Den 30. III. 1880.
Klappe 1 in der Ellenbeuge.

a.	b.	c.	d.	e.	f.	g.
Oberarm	2	53	10	55	— 2	
	3	88	16	88	0	
	4	22—23	4	22	0 (+1)	Zwischen 4 u. 5 Einmündung einer grossen Vene, die aus einer Ulnaris und einer Mediana entsteht.
	5	7	1	5,5	+ 1,5	
	6	26	5	27,5	—1,5	
	7	26	5	27,5	— 1,5	Einmündung in V. capitalis.
Summe:		222—223	41	225,5	— 2,5 bis — 3,5	

Leiche B.
Messungsreihe XIX.
V. ulnaris (ulnaris, major), rechts.

Den 31. III. 1880.
Von der Spitze des 3. Fingers bis zum Handteller 8, bis zum Handgelenk 19, bis zur Ellenbeuge 44, bis zur Axel (Oberarmkopf) 80 cm. Länge der Vene 22 cm.
Die erste Klappe am Handgelenk.

a.	b.	c.	d.	e.	f.	g.
Unterarm	2	11	2	11	0	GD = 5,5.
	3	6	1	5,5	+ 0,5	
	4	5	1	5,5	— 0,5	
	5	8 ?	1	5,5	+ 2,5 ?	Die Vene tritt hinter die Arterie, ist beim Aufschneiden theilweise zerschnitten worden, sodass vielleicht Klappen übersehen wurden, jedenfalls die Zahlen für 5 u. 6 ungenau ausfielen.
	6	35—36 ?	7	38,5	—2,5 ; —3,5 ?	
	7	5,5 — 6	1	5,5	0; (+ 0,5)	
	8	ca. 10	2	11	— 1	
	9	5,5—6	1	5,5	0; (+ 0,5)	
	10	, 30	6	33	— 3	
	11	6—7	1	5,5	+0,5 ; +1,5	
	12	15,5	3	16,5	— 1	
	13	25	4	22	+ 3	
	14	31,5	6	33	— 1,5	
	15	16	3	16,5	— 0,5	
Summe:		210—213	39	214,5	—1,5 (—4,5)	

Leiche B.
Messungsreihe XX.
V. mediana (major), rechts.

Den 31. III. 1880.
Eine eigentliche, mit der Art. mediana verlaufende Vena mediana, nicht die vielfach fälschlich so bezeichnete oberflächliche Vene, ist gemeint. Länge der Vene 206 mm.
Vom Handgelenk bis zur ersten deutlich erkennbaren Klappe: 56 mm.

a.	b.	c.	d.	e.	f.	g.
Unterarm	2	11	2	11	0	GD = 5,5.
	3	9	2	11	— 2	
	4	25,5	4 (—5)	22 (27,5)	+ 3,5	
	5	24,5	4	22	+ 2,5	
	6	fast 11	2	11	fast 0	
	7	40—41	12	66	— 1	Zwischen 7 u. 8 Einmündung der Interossea.
	8	22—24				
Summe:		144—146	26 (27)	143 (148,5)		

Leiche B.

Messungsreihe XXI.

V. interossea anterior (radialis), rechts.

Den 31. III. 1880.

Distanz vom proximalen Rande des M. pronator quadratus bis zur ersten Klappe ca. 14 mm.

a.	b.	c.	d.	e.	f.	g.
Unterarm	2	27	5	27,5	— 0,5	GD = 5,5.
	3	24	4	22	+ 2	
	4	33—34	6	33	0 (+ 1)	
	5	fast 16	3	16,5	— 0,5	Zwischen 5 u. 6 Abgang eines starken Astes.
	6	15—16	3	16,5	(— 1,5) — 0,5	
Summe:		115—117	21	115,5	— 0,5 bis + 1,5	

Leiche B.

Messungsreihe XXII.

V. saphena magna, links.

Den 31. III. 1880.

Länge der Vene vom Arcus dorsalis pedis bis zum Malleolus 8,5; vom Malleolus bis zur Einmündung 81,8; zusammen 90,3 cm. Luftlinie vom Malleolus bis zur Einmündung 78,8; Umweg 3 cm.

Vom Arcus bis zur 1. Klappe fast 38 mm.

a.	b.	c.	d.	e.	f.	g.
Fuss	2	42	6	42,6	—	Die Klappen 6, 12 und besonders 11 sind rudimentär.
Unterschenkel	3	133	19	134,9	—	GD 7,1.
	4	148	20	142	+	
	5	36	5	35,5	+	
	(6)	26—27	4	28,4	—	Kl. 6 rudim., distal verschoben. GD am Knie: 7,5, vgl. MR. XIII.
	7	26—27	3	ca. 22,5	+	Klappe 7 liegt 22 mm unter der Kniegelenkspalte.
Oberschenkel	8	141—142	19	ca. 142,5	—	
	9	ca. 62	8	ca. 60	+	
	10	72—73	10	71	+	
	(11)	71	10	71	0	
	(12)	32	9	63,9	+	
	13	32				
	14	37—38	5	35,5	+	
Summe:		853—858	122	854	—1 bis +4	118 —2 —6 =110.

Leiche B.

Messungsreihe XXIII.

V. dorsalis pedis und tibialis antica (medialis), links.

Den 31. III. 1880.

Vom Durchtritt des Arcus profundus bis zum Fussgelenk 10, von da bis zum Durchtritt der Vene durch die Membrana interossea 30 cm.

Vom Durchtritt des Arcus prof. bis zur 1. Kl. 26 mm.

a.	b.	c.	d.	e.	f.	g.
Fuss	2	13—14	2	14,3	—	GD 7,15 (wegen Stellung des Fusses,
	3	13—14	2	14,3	—	Dehnung der Venen, grösser als 7mm).
Unterschenkel	4	70,5	10	71,5	—	Zwischen 3 u. 4 gemeinschaftliches
	5	22	3	21,45	+	Stück mit der anderen Vene.
	6	21—22	3	21,45	0	
	7	22	3	21,45	+	
	8	21	3	21,45	—	
	9	13,5	2	14,3	—	
	10	21,5	3	21,45	+	
	11	31	4	28,6	+	
	12	15	2	14,3	+	
	13	15	2	14,3	+	
	14	42	6	42,9	—	Zwischen 14 u. 15 Vereinigung mit
	15	19—20	3	21,45	—	der anderen Vene.
	(16)	ca. 15	2	14,3	+	
	Summe:	354,5—358,5	50	357,5		

Leiche B.

Messungsreihe XXIV.

V. dorsalis pedis und tibialis antica (lateralis), links.

Den 31. III. 1880.

Die laterale Begleitvene der A. tibialis ant. entsteht aus den oberflächlichen Fussvenen. Vom Metatarso-Phalangeal-Gelenk bis zur 1. Klappe ca. 20 mm.

a.	b.	c.	d.	e.	f.	g.
Fuss	2	21	3	21,45	—	Viele Aeste aus der Tiefe, am Fusse.
	3	ca. 30	4	28,6	+	GD 7,15.
	4	11	2	14,3	—	5—6 mm über Klappe 4 Vereinigung
Unterschenkel	5	85	12	85,8	—	mit der anderen Vene; gemeinsa-
	6	32	4	28,6	+	mes Stück 42 mm. Am Fussgelenk
	7	14,5	2	14,3	+	Trennung.
	8	19	3	21,45	—	
	9	7	1	7,15	—	
	10	14	2	14,3	—	
	11	14	2	14,3	—	
	12	16—17	2	14,3	+	
	13	14—15	2	14,3	+	
	14	27—28	4	28,6	—	Zwischen 14 u. 15 Vereinigung mit
	15	48	7	50,05	—	der anderen Vene. Klappe 15 ist identisch mit No. 14 der anderen Vene, resp. des gemeinsamen Stammes.
	Summe:	352,5—355,5	49	350,35		

Leiche B.

Messungsreihe XXV.

Ast der Saphena magna, Oberschenkel.

Den 31. III. 1880.

Ca. 21 cm lange Hautvene an der Vorderseite des Oberschenkels, links, geht in die Vereinigungsstelle von Saphena magna und Femoralis.

Von der Entstehung der Vene aus 2 Aesten bis zur 1. Kl. 18—19 mm.

a.	b.	c.	d.	e.	f.	g.
Oberschenkel	2	140	20	140	0	Zwischen 1 u. 2 mehrere ganz rudimentäre Klappen.
	(3)	40; 41	6	42	—2; —1	Kl. (3) distal verschoben.
	4	15	2	14	+1	Von 4 bis zur Mündung 7—8 mm.
Summe:		195—196	28	196	(—1) 0	

Leiche B.

Messungsreihe XXVI.

V. femoralis superficialis (major), links.

Den 31. III. 1880.

Länge der Vene vom Durchtritt durch den Adductor bis zur Leistenbeuge 30,5 cm.

Die erste Klappe dicht unter dem Durchtritt, also eigentlich in der Poplitea, (vgl. Messungsreihe XXIX).

a.	b.	c.	d.	e.	f.	g.
Oberschenkel	2	63	9	63	0	Klappentaschen sehr gross. GD 7 mm.
	3	77	11	77	0	
	4	21	3	21	0	
	5	56	8	56	0	
	6	ca. 82	12	84	ca. —2	
Summe:		299	43	301	—2	

Zu XXVI:

In der V. profunda femoris, welche bis zum Durchtritte einer stärkeren Perforans verfolgt wurde, befand sich auf einer Strecke von 168 mm (n = 24) nur eine Klappe, ca. 95 mm von der Einmündung in die Femor. superficialis entfernt.

Leiche B.

Messungsreihe XXVII.

V. saphena parva, rechts.

Den 31. III. 1880.

Die Vene entsteht aus 2 Aesten, welche den Malleolus lateralis umgehen. Von dem Zusammenfluss bis zur ersten Klappe 7 mm. Vom unteren Rande des Malleolus bis zur Kniekehle ca. 43 cm.

a.	b.	c.	d.	e.	f.	g.
	2	65	9	63	+2	GD ca. 7 mm, eher mehr als weniger.
	3	37; 38	5	35	+2	
	4	49; 50	7	49	0; +1	
	5	12; 13	2	14	—2; —1	
	6	26	4	28	—2	
	(7)	20; 21	3	21	—1; 0	
Höhe der Wade	8	38	5	35	+3	Zwischen 8 und 9 viele eingegangene Klappen.
	9	105	15	105	0	
Kniekehle	10	29; 30	4	28	+1; +2	Vene geht mit einem Ast in die Tiefe, um viel höher, als gewöhnlich angegeben wird, in die Poplitea zu münden; der andere Ast erweist sich als ein absteigender Hautast (= v. femoro-poplitea, Giacomini).
	11	82	12	84	—2	
	Summe:	463—469	66	ca. 462		

Leiche B.

Messungslinie XXVIII.

V. tibialis postica (laterale, hintere), rechts.

Den 31. III. 1880.
Drei Venen sind vorhanden; eine beziehe ich auf den Nerven.
Vom oberen Rande des Calcaneus bis zur 1. Klappe 32 mm.

a.	b.	c.	d.	e.	f.	g.
	2	17—18	3	21	—4; —3	47—48 (2 und 3) GD ca. 7 mm. In Folge der Haltung des Unterschenkels und des Fusses während der Messung sind fast sämmtliche einzelne Masse, sowie ihre Summe zu klein ausgefallen.
	3	30	4	28	+2	
	4	16—17	3	21	—5; —4	46—48 (4 und 5)
	5	30—31	4	28	+2; +3	
	6	52	7	49	+3	99 (6 und 7)
	7	47	7	49	—2	
	8	16	2	14	+2	48 (8 und 9)
	9	32	5	35	—3	
Sa.:		240—243	35	245	—5 bis —2	

Leiche B.

Messungsreihe XXIX.

V. tibialis postica (vorderste) und poplitea, rechts.

Den 1. IV. 1880.
Länge der Vene vom Abgange aus der anderen Tibialis post. bis zur Poplitea (Vereinigung mit der Tibialis antica) 26 cm. Vom Anfang bis zur ersten Klappe: 44 mm.

a.	b.	c.	d.	e.	f.	g.
Unterschenkel	2	25	4	28	—3	In Folge der Haltung des Fusses sind die Masse alle etwas zu klein ausgefallen, so dass die Zahlen ziemlich genau durch 7 oder etwas weniger theilbar sind.
	3	15	2	14	+1	
	4	28	4	28	0	
	5	26	4	28	—2	
	6	14	2	14	0	
	7	35	5	35	0	
	8	34	5	35	—1	
	9	20	3	21	—1	
Kniegelenk	10	83	12	84	—1	21 mm über Klappe 9 ist die Einmündung der Tib. antica.
Oberschenkel	11	155	22	154	+1	Klappe 11 ist identisch mit Kl. 1, Messungsreihe XXVI.
Summe:		435	63	441	—6	

Leiche B.
Messungsreihe XXX.
V. saphena parva, links.

Den 1. IV. 1880.
Vom unteren Rande des Malleolus lateralis bis zur Kniebeuge ca. 43,5 cm.
Bis zur ersten Klappe: 21 mm.

a.	b.	c.	d.	e.	f.	g.
Unterschenkel	2	86	12	84	+2	GD = 7 mm oder etwas mehr.
	3	35	5	35	0	
	(4)	29	4	28	+1	
	5	28	4	28	0	
	6	77	11	77	0	
	7	48	7	49	—1	
	8	36; 37	5	35	+1; +2	
	9	30	4	28	+2	
	10	19; 20	3	21	—2; —1	Vene tritt in die Tiefe; vgl. MR. XXXI.
Summe:		388—390	55	385	+3 bis +5	

Leiche B.
Messungsreihe XXXI.
V. tibialis postica (innerste) und poplitea, links.

Den 1. IV. 1880.
Vom unteren Rande des Malleolus bis zur Einmündung der Saphena parva 43, 5 cm.
Vom unteren Rande des Mall. bis zur 1. Kl. 14 mm.

a.	b.	c.	d.	e.	f.	g.
Unterschenkel	2	11,5	2	14	—2,5	GD ziemlich genau 7,0 mm.
	3	7,5	1	7	+0,5	
	4	22	3	21	+1	
	5	22	3	21	+1	
	6	22	3	21	+1	
	7	32; 33	5	35	—3; —2	

a.	b.	c.	d.	e.	f.	g.
Unterschenkel	8	18	8	56	+1	
	9	39				
	10	18	7	42	+1	
	11	25				
	12	30	4	28	+2	Zwischen 12 und 13 Einmündung der Peronea.
	13	27,5	4	28	—0,5	
	14	15	2	14	+1	14 dicht unter der Einmündung der Tibialis antica.
Kniekehle	15	57	8	56	+1	70 mm über Kl. 15: Einmündung der Saphena parva.
Oberschenkel	16	168	24	168	0	Kl. 16 identisch mit Kl. 1 der Femoralis.
Summe:		514,5 —515,5	73	511	+3,5 bis +4,5	

Leiche C.

Mann, wassersüchtig. Körperlänge 175 cm. Leiche ist sehr schlecht erhalten.

Messungsreihe XXXII.

V. saphena magna, rechts.

Den 3. IV. 1880.

Länge der Vene vom Arcus dorsalis bis zur Einmündung 94 cm, vom Malleolus bis dorthin 82 cm; Luftlinie vom Malleolus bis zur Einmündung 80,5. Umweg also nur 15 mm. — Vom Malleolus bis zum Knie (Gelenkspalte) 39 cm.

Vom Arcus dorsalis bis zur 1. Klappe 48 mm.

a.	b.	c.	d.	e.	f.	g.
Fuss	2	15	2	14,8	+0,2	GD = 7,4.
Unterschenkel	3	187	25	185	+2	Malleolus 64 mm über Kl. 2.
	(4)	22	3	22,2	—0,2	
	5	28,5	4	29,6	—1,1	
	6	116	16	118	—2	
	7	25	3	22,2	—2,8	
	8	90	12	88,8	+1,2	
Oberschenkel	9	77	10	74	+3	
	10	49	7	51,8	—2,8	
	(11)	146,5	20	148	—1,5	
	12	118	16	118	0	
	13	25	3	22,2	+2,8	Kl. 13 in der Femoralis. Klappenanlagen: 121—2—9=110.
Summe:		899	121	895,4	+3,6	

Zu XXXII:

Die Messungen an der linkseitigen Saphena (M.R. XXXIII) ergeben ungefähr dasselbe Resultat, d. h. ziemlich starke Unregelmässigkeiten. Die linke Saphena hat am Fusse 3, am Unterschenkel 5, am Oberschenkel 6 persistirende und eine im Eingehen begriffene Klappe. Die Zahl der Klappenanlagen betrug (gegen) 108.

Leiche B.

Messungsreihe XXXIV.

V. capitalis brachii, links.

Den 6. IV. 1880.

Der Arm ist abgelöst und nicht mehr frisch. Vom Acromion bis zur Ellenbeuge 33, von hier bis zum Handgelenk 25,5 cm. Luftlinie vom Rande des Pectoralis major bis zum Handgelenk 52, Länge der Vene zwischen denselben Punkten 54,5 cm. Umweg der Vene also 25 mm.

Distal vom Handgelenk eine Klappe; von dieser bis zur 1. am Vorderarm 40 mm.

a.	b.	c.	d.	e.	f.	g.
Unterarm	2	62	11	60,5	+ 1,5	GD = 5,5.
	3	32,5	6	33	— 0,5	
	4	37	7	38,5	— 1,5	
	5	29,5	5	27,5	+ 2	
	6	76	14	77	— 1	
Oberarm	7	19	7	38,5	— 0,5	Bis incl. 8 Beobachtungsfehler = 0.
	8	19				
	9	56	10	55	+ 1	
	10	11	2	11	0	Von 10 an sind die Messungen ungenau, da wegen der Ablösung des Armes die Vene sich verkürzt hatte und künstlich fixirt wurde.
	11	67	12	66	+ 1	
	(12)	40	7	38,5	+ 1,5	
Axel	13	78	14	77	+ 1	
Summe:		527	95	522,5	+ 4,5	527 + 40 = 567.

Leiche B.

Messungsreihe XXXV.

V. radialis (ulnaris) und brachialis, links.

Den 6. IV. 1880.

Vom Proc. styl. rad. bis zur ersten Klappe 30 mm.

a.	b.	c.	d.	e.	f.	g.
Unterarm	2	(37 +)	7	38,5	(— 1,5)	Die eingeklammerten Zahlen mit dem + in Col. c. bedeuten ungenaue, jedenfalls zu klein ausgefallene Messungen.
	3	11	2	11	0	
	4	11	2	11	0	
	5	19	3	16,5	+ 2,5	
	6	23	4	22	+ 1	
	7	50	9	49,5	+ 0,5	
	8	(18 +)	4	22	(— 4)	
Ellenbeuge	9	22	4	22	0	Zwischen 9 und 10 Einmündung der grossen tiefen Venen.
	10	(30 +)	6	33	(— 3)	Kl. 10 bereits in der Brachialis.
Oberarm	11	45,5	8	44	+ 1,5	12,5 mm über Kl. 11 Zusammenfluss mit der anderen Ulnaris.
	12	56,5	10	55	+ 1,5	
	13	27	5	27,5	— 0,5	36 mm über Kl. 14 Einmündung in die Capitalis, welche dicht unter der Einmündung der Brachialis eine Klappe (Nr. 12, M.R. XXXIV) hat.
	14	17,5	3	16,5	+ 1	
Summe:		367,5 + x	67	368,5	— 1	

Leiche B.

Messungsreihe XXXVI.

V. interossea anterior (ulnaris), links.

Den 6. IV. 1880.

Länge der Vene vom Rande des M. pronator quadratus bis zur Vereinigung mit der Perforans superior 12,5 cm.

Vom Rande des Muskels bis zur ersten (?) Klappe 14 mm.

a.	b.	c.	d.	e.	f.	g.
	2	32,5	6	33	— 0,5	GD = 5,5.
	3	(73 +) *)	14?	77	?	*) Nicht genau bestimmbar: jedenfalls mehr als 73 mm. Vene macht Biegung.
	4	6—7	1	5,5	+ 0,5; + 1,5	
Summe:		111,5—112,5 +	21	115,5		

Leiche B.

Messungsreihe XXXVII.

Ast der V. capitalis brachii, links.

Den 6. IV. 1880.

Diese Vene verbindet eine Ulnaris mit der Capitalis, entspricht ungefähr der Art. collateralis ulnaris superior.

Von der Einmündung in die Capitalis bis zur ersten (obersten) Klappe 16 mm.

a.	b.	c.	d.	e.	f.	g.
	2	30	5	27,5	+ 2,5	} 0 GD = 5,5.
	3	14	32	16,5	— 2,5	
	4	46	8	44	+ 2	
	5	12	2	11	+ 1	
Summe:		102	18	99	+ 3	

Leiche B.

Messungsreihe XXXVIII.

V. cephalica humeri, links.

Den 6. IV. 1880.

Unter dem Abgange (Einmündung) der Cephalica befindet sich in der Capitalis eine Klappe. Vom Abgange bis zur Einmündung eines grossen Astes von der Rückseite des Unterarms: 46 mm, bis zur ersten Kl. nochmal 46 mm; die Länge der Vene, soweit gemessen, 35 cm.

a.	b.	c.	d.	e.	f.	g.
Oberarm	1	92	17	93,5	— 1,5	Die Masse sind, mit einer Ausnahme alle zu klein, wohl wegen der Ablösung des Armes.
	2	37	7	38,5	— 1,5	
	3	60	11	60,5	— 0,5	
	4	26,5	5	27,5	— 1	Klappe 4 am unteren Ende der Muskeln.
	5	81	15	82,5	— 1,5	
	6	34	6	33	+ 1	
Schulter	7	ca. 15	3	16,5	— 1,5	
Summe:		345,5	64	352	— 6,5	

Leiche D.

Den 8. IV. 1880.

Kind männlichen Geschlechts, 81 cm lang. Wegen vorausgegangener Section und anderweitiger Verwendung der rechten Extremitäten konnte nur die linke untere Gliedmasse untersucht werden. Auf der rechten Seite ergaben sich folgende Masse (in cm):

obere Extremität:

Spitze des 3. Fingers bis	Handgelenk	9
„ „ „ „ „	Ellenbeuge	21
„ „ „ „ „	zur Axel	31
„ „ „ „ „	zum Acromion	34

untere Extremität:

Spitze des Hallux bis	Fussgelenk	9
„ „ „ „	zum unteren Rande der Patella	24
„ „ „ „	zur Leistenbeuge	40
„ „ „ „	zur Spina ilei ant. sup.	43,5

Messungsreihe XXXIX.

V. saphena magna, links.

Vom Malleolus bis zur Einmündung an der Vene gemessen: 307—308 mm
Luftlinie : 305 „

also Umweg der Vene: 2—3 mm

Vom Arcus dorsalis bis zur ersten Klappe an Einmündung eines Astes: 12 mm.

a.	b.	c.	d.	e.	f.	g.
Fuss	2	7,5	4	12	+ 1,5 } 0	Grunddistanz 3 mm.
	3	4,5			— 1,5	
	4	9—9,5	3	9	0; + 0,5	Zwischen 4 und 5 Malleolus.
Unterschenkel	5	ca. 92,5	31	93	— 0,5	
	6	3	1	3	0	
	7	6	2	6	0	
	8	24,5	8	24	+ 0,5	Zwischen 8 u. 9 Kniespalte; concave Biegung der Vene.
Oberschenkel	9	ca. 32	11	33	— 1	Zwischen 9 und 10 Einmündung eines Astes aus der Saphena parva. Convexe Biegung der Vene.
	10	19	6	18	+ 1	
	11	48	16	48	0	
	12	47	16	48	— 1	
	13	27	9	27	0	
	14	ca. 6	2	6	0	Kl. 14 an Einmündung.
Summe:		326 bis 326,5	109	327	— 0,5 bis — 1	109—7 = 102.

Zusatz zu XXXIX. In der V. femoralis befinden sich Klappen, unter der Einmündungsklappe der Saphena, 1. (oberste) 28, 2. 69 mm entfernt. — Die Distanzen der Klappen in der Tibialis antica liessen sich, wegen der Durchsichtigkeit der Klappen und der Wandung, nicht direct mit blossem Auge bestimmen.

Leiche E.

44jähriger Mann, Handwerksbursche. Körperlänge ca. 164 cm.

Messungsreihe XL.

V. tibialis antica (medialis), rechts.

Den 14. IV. 1880.

Von der Spitze der 2. Zehe bis zum Malleolus 20, bis zur Kniespalte 57, bis zur Leistenbeuge 95, bis zur Spina ilei ant. sup. 108 cm.

Die 1. Klappe 23 mm über dem unteren Ende des Malleolus medialis.

a.	b.	c.	d.	e.	f.	g.
	2	24	3	21,3	+ 3	
	3	26	4	28,4	— 2	GD ca. 7,1.
	4	17	2	14,2	+ 3	
	5	28	4	28,4	0	
	6	23	3	21,3	+ 2	} 61,7
	7	38,7?	5 oder 6?		?	
	8	71	10	71		
	9	88	12 oder 13?	85,2—92,3		
Summe:		315,7	44	315	+ 0,7	

Leiche E.

Messungsreihe XLI.

V. saphena magna, rechts.

Den 14. IV. 1880.
Vom Arcus dorsalis bis zur 1. Klappe 54 mm (— 3. Kl. 99, = 14 n).

a.	b.	c.	d.	e.	f.	g.
						GD = 7,1 mm.
Fuss	(2)	24	3	21,3	+ 2,7	Die mit ( ) versehenen Klappen sind, wenn auch eingegangen, so doch noch deutlich erkennbar, während bei den mit [ ] eingeklammerten gerade noch Spuren sichtbar waren. Aeste waren an allen Klappen vorhanden. Als sufficient konnten höchstens folgende vier Klappen gelten: 1, 3, 6, 9.
Fuss	3	21	3	21,3	— 0,3	
Unterschenkel	[4]	132	19	134,9	— 2,9	
Unterschenkel	[5]	95	13	92,3	+ 2,7	Ueber die Einmündungsklappe an der Femoralis ist nichts bemerkt.
Unterschenkel	6	139	20	142	— 3	Kl. 3 lag dicht unterhalb des Knöchels.
Oberschenkel	(7)	122	17	120,7	+ 1,3	Auch zwischen 8 u. 9, waren Spuren eingegangener Klappen vorhanden.
Oberschenkel	(8)	63	9	63.9	— 0,9	
Oberschenkel	9	257(—258)	36	255,6	+ 1,4	Nach 13—14 mm Einmündung.
Summe:		853(—854)	120	852		Kl. A.: 120 — 6 — 3? = 111.

Die Distanzen der sufficienten 4 Klappen an dieser Saphena sind demnach:

Arcus bis 1. Klappe: 54
1. bis 2. (3.) : 55
2. bis 3. (6.) : 366
3. bis 4. (9.) : 442—443.

Zu M.R. XLI.

In der ganzen Femoralis superficialis der rechten Seite befindet sich nur eine Klappe und zwar an der Einmündung der Profunda, ca. 75 mm vom Lig. inguinale externum. Die nächste Klappe distalwärts ist in der Poplitea, 207 mm entfernt. In der Iliaca externa sitzt eine Klappe unter der Einmündung der Hypogastrica. Reste oder Spuren finden sich deutlich in der Iliaca communis.

Leiche E.
Messungsreihe XLII.
V. capitalis brachii, rechts.

Den 15. IV. 1880.
Vom Proc. styloides radii bis zur 1. Klappe 74 mm.

a.	b.	c.	d.	e.	f.	g.
Unterarm	2	74	14	77	— 3	GD = 5,5 mm.
	3	fast 40	7	38,5	+ 1,5	
	4	fast 53	10	55	— 2	Zwischen 4 u. 5 „Abgang" der Cephalica humeri, welche 187 mm lang klappenlos ist.
Ellenbeuge	5	fast 74	13	71,5	+ 2,5	Zwischen 5 u. 6 Einmündung der Basilica.
Oberarm	6	101—102	19	104,5	— 3,5; — 2,5	
	7	24,5	4	22	+ 2,5	Zwischen 7 u. 8 Einmündung einer tiefen Vene.
	8	40	7	38,5	+ 1,5	
	9	ca. 58	11	60,5	— 2,5	
Summe:		464,5 — 465,5	85	467,5	(— 3) — 2	

Leiche E.
Messungsreihe XLIII.
V. saphena magna, links.

Den 16. IV. 1880.
Vom Malleolus bis zur Einmündung an der Vene entlang: 818, Luftlinie: 785 mm.
Dicht peripher vom Anfange der „Saphena", in der Intermetatarsea dorsalis I, befindet sich eine Klappe (Nr. 0).

a.	b.	c.	d.	e.	f.	g.
Fuss	1	35,5	5	35,5	0	GD = 7,1 mm.
	2	22	3	21,3	+ 0,7	
	3	35	5	35,5	— 0,5	
Unterschenkel	4	168—172	24	170,4	—	Die Vene macht eine Biegung. Messung mit einem Faden (etwas unsicher,) ergab ca. 172. Ueber Klappe 4 Einmündung eines grossen, von der Wade absteigenden Astes.
	5	92,5	13	92,3	+ 0,2	
	(6)	38,5	5	35,5	+ 3,0	
	7	19	3	21,3	— 2,3	
Oberschenkel	8	198	28	198,8	— 0,8	
	(9)	146	21	149,1	— 3,1	
	(10)	101	14	99,4	+ 1,6	
	11	26	4	28,4	— 2,4	
	12	14	2	14,2	— 0,2	
Summe:		895,5 —899,5	127	901,7	—	127 — 13 — 3 = 111.

Leiche E.

Messungsreihe XLIV.

V. femoralis u. iliaca externa, links.

Den 15. IV. 1880.
Die erste (distale) Klappe ca. 5—6 cm über dem Durchtritt durch den Adductor.

a.	b.	c.	d.	e.	f.	g.
Oberschenkel	2	26	4	28	— 2	Klappen sehr gross. Durch starke Ausdehnung der Vene etwas näher an einander gerückt?
	(3)	ca. 69	10	70	— 1	
	4	ca. 54	8	56	— 2	Zwischen 4 u. 5 Einmündung der Profunda; 56 mm von 4: Einmündung der Saphena. Kl. 5 gerade am Lig. inguinale ext. 9—10 cm weiter oben war die Vene abgeschnitten, daher die Zahlen alle etwas zu klein.
	5	96—97	14	98	—1 bis —2	
Summe:		245—246	36	252	— 6 (— 7)	

Leiche E.

Messungsreihe XLV.

V. capitalis brachii, links.

Den 17. IV. 1880.
Masse an diesem Arm: Vom Proc. styl. rad. bis Acromion 56,3 — 56,5; bis zur Spitze des 3. Fingers ca. 20 cm; bis zur Tiefe der Axelgrube ca. 60 cm. Entfernung vom Proc. styl. rad. bis zur 1. Klappe 35,5 mm.

a.	b.	c.	d.	e.	f.	g.
Unterarm	2	39,5	7	38,5	+ 1	
	3	82	15	82,5	— 0,5	
	4	39,2(39,5)	7	38,5	+ 0,7(+ 1,0)	
	5	40,5	7	38,5	+ 2	Zwischen 5 u. 6 „Abgang" der Cephalica humeri.
Ellenbeuge	6	61	11	60,5	+ 0,5	19 mm über 6 Einmündung der Basilica; darunter eine ganz rudimentäre Klappe.
Oberarm	7	136	25	137,5	— 1,5	
	8	20,5	4	22	— 1,5	Dicht über 8 Einmündung der medialen V. brachialis.
	9	(57)58	21	115,5	— 0,5	Zwischen 9 u. 10 Einmündung der lateralen V. brachialis. In der Axilla keine Klappen.
	10	57				
Summe:		532,7 —534	97	533,5	—	97 + 7 = 104.

Zu XLV.
Die Cephalica humeri hat ihre erste Klappe 235 mm über dem „Abgange" aus der Capitalis, dicht unter dem Eintritte zwischen die Muskeln.

Leiche F.

Mann. Selbstmörder. Körperlänge 160 cm.

Messungsreihe XLVI.

V. epigastrica superficialis, rechts.

Den 19. V. 1880.
Die 1. Klappe dicht über der Einmündung in die Saphena.
Grunddistanz ca. 7 mm (?).

a.	b.	c.	d.	e.	f.	g.
	2	21	3	21	0	
	3	39	6	42 ?	— 3	
	4	34	5	35	— 1	
	5	56	8	56	0	Vene oben abgeschnitten.
Summe:		150	22	154	— 4	

Leiche F.

Messungsreihe XLVII.

V. thoracica longa, rechts.

Den 19. V. 1880.
Grunddistanz 5,2.

a.	b.	c.	d.	e.	f.	g.
proximal	2	32	6	31,2	+ 0,8	
distal	3	ca. 16	3	15,6	ca. + 0,4	
Summe:		48	9	46,8	+ 1,2	

Leiche F.

Messungsreihe XLVIII.

V. saphena magna, rechts.

Den 19. V. 1880.
Länge vom Malleolus bis zur Einmündung an der Vene entlang 73,5; Luftlinie 71,5 cm. Umweg 2 cm.
Vom Arcus bis zum Malleolus an der Vene 7,5 cm.
Vom Arcus bis zur 1. Kl. 22 mm.

a.	b.	c.	d.	e.	f.	g.
						GD = 6,85.
Fuss	2	(36)35	5	34,25	+ 0,75	Zwischen 2 und 3 eine rudimentäre Klappe, sodann Abgang der hinteren Seitenbahn (s. u.).
Unterschenkel	3	244	36	246,6	— 2,6	
Oberschenkel	4	125	18	123,3	+ 1,7	
	5	57	8	54,8	+ 2,2	
	6	97	14	95,9	+ 1,1	
	(7)	58	9	60,65	— 2,65	
	(8)	78	11	75,35	+ 2,65	
	(9)	(35)34	5	34,25	(+ 0,75) — 0,25	
	10	26	4	27,40	— 1,40	
	11	27	4	27,40	— 0,40	11 an Einmündung.
Summe:		781—783	114	780.9	+ 0,1 (+ 2,1)	114—5—4 = 105.

Hintere Seitenbahn (zu XLVIII).

a.	b.	c.	d.	e.	f.	g.
Unterschenkel	3a	ca. 182	27,28			
	4a	52; 53	8			
	5a	82	12			
	6a	26	4			
Oberschenkel	7a	66; 67	10			
	8a	54	8			
	9a	ca. 90	14			
	10a	ca. 37—38	5,6			

Leiche F.

Messungsreihe XLIX.

V. cephalica antibrachii und humeri, rechts.

Den 19. V. 1880.

Eine V. „capitalis“, also eine Verbindung der „Cephalica“ des Unterarms mit der „Basilica“ des Oberarms ist makroskopisch nicht nachweisbar, weder rechts noch links.

Masse: von der Spitze des 3. Fingers bis zum Proc. styl. rad. 17,5; bis zur Ellenbeuge 42; bis zur Tiefe der Achselhöhle 66 cm.

Vom Arcus dorsalis bis zur Spitze des Proc. styl. rad. 19 mm, von hier bis zur 1. Klappe 93 mm, in Summa 112 mm.

a.	b.	c.	d.	e.	f.	g.
Unterarm	2	119	23	119,6	—0,6	Grunddistanz = 5,2.
	3	17	3	15,6	+1,4	Zwischen 3 und 4, in der Ellenbeuge, Einmündung eines Astes aus der Tiefe.
Oberarm	4	124	24	124,8	+0,8	
	5	35	7	36,4	—1,4	
	6	28	5	26	+2	
Zwischen den Muskeln	7	52	10	52	0	
	8	21	4	20,8	+0,2	
	9	16	3	15,6	+0,4	
	10	17,5	3	15,6	+1,9	
	11	34	7	36,4	—2,4	ca. 40 mm über 11 geht die Vene in die Tiefe.
	Summe:	463,5	89	462,8	+0,7	89 + 17 = 106.

Leiche F.

Messungsreihe L.

V. cephalica antibrachii und humeri, links.

Den 19. V. 1880.

Vom Arcus dorsalis bis zur Spitze des Proc. styl. radii 33 mm.

Eine Klappe (0) dicht am Arcus.

a.	b.	c.	d.	e.	f.	g.
Unterarm	1	62	12	62,4	—0,4	Grunddistanz = 5,2.
Ellenbeuge	2	217	42	218,4	—1,4	
Oberarm	3	56	11	57,2	—1,2	
	4	61	12	62,4	—1,4	
	5	33,5	6	31,2	+2,3	
Zwischen den Muskeln	6	78	15	78	0	
	7	17	3	15,6	+1,4	
	8	16,5	3	15,6	+0,9	
	9	31,5	6	31,2	+0,3	Nach ca. 45 mm geht die Vene in die Tiefe.
Summe:		572,5	110	572	+0,5	

Leiche F.

Messungsreihe LI.

V. saphena magna, links.

Den 19. V. 1880.

Vom Arcus dorsalis bis zur 1. Klappe: 27 mm. Alte Fractur des linken Unterschenkels, Verkürzung des Beines um 2 cm.

a.	b.	c.	d.	e.	f.	g.
Fuss	2	21	3	20,1	+0,9	Grunddistanz = 6,7. (Von 5—8: 6,6.)
	3	27,5	4	26,8	+0,7	
Unterschenkel	4	133	20	134	—1	Zwischen 4 u. 5 geht die hintere Seitenbahn ab (s. u.)
	5	83	22	145,2	+0,8	
	6	63				
	7	29	9	59,4	—0,4	Wiedervereinigung.
	8	30				
Oberschenkel	9	94	14	93,8	+0,2	
	10	34	5	33,5	+0,5	
	11	87	13	87,1	—0,1	
	12	93	14	93,8	—0,8	
	13	54	8	53,6	+0,4	
Summe:		748,5	112	747,3	+1,2	112 — 7 = 105.

Hintere Seitenbahn:

a.	b.	c.	d.	e.	f.	g.
Unterschenkel	5a	(77 ?)	11	73,7	(+3,3 ?)	Vene zerschnitten, Zahl für 5a daher ungenau. GD = 6,7.
	6a	28	4	26,8	+1,2	
	7a	74	11	73,7	+0,3	Hauptbahn hat in der betreffenden Strecke gleichfalls 31 Klappenorte.
	8a	33	5	33,5	—0,5	
Summe:			31			

Leiche F.

Messungsreihe LII.

V. femoralis superficialis (major) und poplitea, rechts.

Den 20. V. 1880.

Die erheblich grössere der beiden, 25 mm unter der Einmündung der Profunda sich vereinigenden Begleitvenen der A. femoralis. Beide Venen communiciren bereits an der Mitte des Oberschenkels mit einander, von hier an wird die kleinere Vene noch schwächer. Die grössere Vene liegt hinter der Arterie.

Die 1. Klappe befindet sich unter der Einmündung einer Circumflexa, über der Einmündung der Profunda.

a.	b.	c.	d.	e.	f.	g.
Oberschenkel	2	17—18	3	19,8	—	Grunddistanz 6,6 (6,7?).
	3	20	3	19,8	+	Dicht über Kl. 3 Einmündung der anderen Vene.
	4	92	14	92,4	—	
	5	ca. 65 (—62)	10	66	—	Die beiden Taschen der Kl. 5 reichen verschieden weit hinauf (centralwärts).
Kniekehle	6	ca. 118	18	118,8	—	Kl. 6 in der Poplitea, 15 mm unterhalb der Kniegelenkspalte.
Summe:		(309—)313	48	316,8		

Leiche F.

Messungsreihe LIII.

V. poplitea und femoralis superficialis (major), links.

Den 20. V. 1880.

Die linke V. poplitea entsteht aus zwei Venen, die beide vor der Vereinigung eine Klappe besitzen.

Die Distanz von diesen Klappen (1a und 1b) bis zur untersten (2) in der Femoralis (die Poplitea im engeren Sinne hat keine) beträgt 110 für die mediale, 123 für die laterale Vene.

Auch hier sind zwei Femorales da, von denen die hintere mediale die weit stärkere ist.

a.	b.	c.	d.	e.	f.	g.
Oberschenkel	3	ca. 38	6	39,6	—	Die Vene ist behufs Herausnahme hinten abpräparirt, ehe die Masse auf der Vorderseite genommen waren, daher sind die Zahlen für 3 und 4 wohl etwas zu klein ausgefallen.
	4	ca. 58	9	59,4	—	
	5	ca. 80	12	79,2	+	
	6	22	3	19,8	+	
Summe:		198	30	198	0	198 + 110 = 308; vgl. LII.

Leiche G.

Mann.

Die Messungen wurden an genauen, den 18. VII. 1879 hergestellten Zeichnungen, vorgenommen.

Messungsreihe LIV.

V. capitalis brachii, links.

Die Vene ist bis über die Mitte des Oberarms abgezeichnet, 43 cm vom Proc. styl. radii.

Vom Proc. styl. rad. bis zur 1. Klappe 44 mm.

a.	b.	c.	d.	e.	f.	g.
Unterarm	2	21,8	4	22	—0,2	
	3	27,6	5	27,5	+0,1	
	4	56,3	10	55	+1,3	
	5	54,0	10	55	—1,0	Dicht über 5 Abgang der Cephalica humeri. Zwischen 5 und 6 (49,5 mm über 5), Einmündung der Basilica.
Oberarm	6	88,8	16	88	+0,8	Dicht über 6 Einmündung einer von der ulnaren und Rückseite des Vorderarms kommenden Vene.
	7	34,0	6	33	+1,0	
	8	36,5	7	38,5	—2,0	
	9	44,5	8	44	+0,5	Einige Millimeter über Kl. 9 Einmündung einer Brachialis.
Summe:		363,5	66	363,0	+0,5	

Zu LIV:

Die erste Klappe der Cephalica humeri liegt 160 mm über Klappe 5 der Capitalis; die 2. 27,5; die 3. 16,5 entfernt.

Leiche G.

Messungsreihe LV.

V. capitalis brachii, rechts.

Die Vene kommt, fast 80 mm vom Handgelenk, auf die Volarseite des Vorderarms, wird erst hier auf der Zeichnung sichtbar. Die erste (sichtbare) Klappe ist demnach ca. 80 mm vom Proc. styl. rad. entfernt.

a.	b.	c.	d.	e.	f.	g.
Unterarm	2	103,6	19	104,5	—0,9	
	3	49,9	9	49,5	+0,4	Dicht über 3 Abgang der Cephalica humeri. Zwischen 3 u. 4 (71,5 mm über 3) Einmündung der Basilica.
Oberarm	4	115,5	21	115,5	0	
	5	22,0	4	22	0	Zwischen 5 und Einmündung der Brach. noch 2 Klappen (nicht mehr auf der Zeichnung).
Summe:		291,0	53	291,5	—0,5	

Zu LV:

Die erste Klappe der Cephalica humeri befindet sich 121 mm über Kl. 3 der Capitalis, die nächste Klappe liegt 3 cm über dem Eintritt der Vene zwischen die Muskeln.

Leiche G.

Messungsreihe LVI.

V. basilica, links, mit 2 Nebenbahnen.

Die 1. Klappe ca. 15 mm vom Handgelenk.

a.	b.	c.	d.	e.	f.	g.
Vorderarm, Volarseite	2	33	6	33	0	Dicht über Kl. 2 geht die Nebenbahn A ab.
	3	23	4	22	+1	
	4	16,5	3	16,5	0	
	5	37	7	38,5	—1,5	Dicht über 5 geht die Nebenbahn B ab. Zwischen 5 u. 6 (27 mm unter 6) mündet die Nebenbahn A wieder ein.
	6	100	18	99	+1	Distanz von Kl. 2 — 6: 176,5 mm, genau gleich der Länge der dazwischen verlaufenden Nebenbahn A.
Ellenbeuge	7	29	5	27,5	+1,5	
Oberarm	8	44	8	44	0	Kl. 8 identisch mit Kl. 6 der Capitalis, MR. LIV.
Summe:		282,5	51	280,5	+2	

Nebenbahn A der Basilica.

a	a.	c.	d.	e.	f.	g.
Klappen 2—6 der Basilica.	3a	23	4	22	+1	
	4a	17	3	16,5	+0,5	
	5a	38	7	38,5	—0,5	
	6a	34	6	33	+1	
	7a	37,5	7	38,5	—1	Dicht über Kl. 7a Einmündung in die Hauptbahn.
	8a	27	5	27,5	—0,5	Kl. 8a ist dieselbe, wie Kl. 6 der Hauptbahn (s. o.).
Summe:		176,5	32	176	+0,5	

Nebenbahn B der Basilica.

a.	b.	c.	d.	e.	f.	g.
Klappen 5—6 der Basilica.	6b	54	10	55	—1	
	7b	50,5	9	49,5	+1	
	8b	29	5	27,5	+1,5	Kl. 8b dieselbe, wie 7 der Hauptbahn.

Leiche G.

Messungsreihe LVII.

V. basilica, rechts, mit Nebenbahn.

Die 1. Klappe ca. 35 mm vom Handgelenk.

a.	b.	c.	d.	e.	f.	g.
Unterarm	2	21,2	4	22	—0,8	
	3	21,0	4	22	—1,0	
	4	10,5	2	11	—0,5	
	5	88,6	16	88	+0,6	
	6	34,0	6	33	+1,0	
	7	16,0	3	16,5	—0,5	
Ellenbeuge	8	46,0	8	44	+2,0	
Oberarm	9	31,6	6	33	—1,4	Ueber Kl. 9 Einmündung in die V. capitalis.
Summe:		268,9	49	269,5	—0,6	

Nebenbahn der Basilica.

Distalwärts gemessen. Die oberste Klappe dicht (ca. 5,5 mm) unter der Kl. 9 der Basilica.

a.	b.	c.	d.	e.	f.	g.
Ellenbeuge	2	24	4	22	+2	
Unterarm	3	53	10	55	—2	
	4	45	8	44	+1	
	5	15,5	3	16,5	—1	
Summe:		137,5	25	137,5	0	

Leiche H.

Kind, weiblich; Länge 80—81 cm (Kopf secirt).

Länge des rechten Armes bis zur Axel ca. 32,5, des rechten Beines bis zur Leistenbeuge 40 cm.

Messungsreihe LVIII.

V. capitalis mit V. cephalica humeri, rechts.

Den 27. V. 1880.

Von der Spitze des Mittelfingers bis zum Handgelenk 9, bis zur Ellenbeuge 20,5, bis zur Axel ca. 32,5, bis zum Acromion 32—33 cm.

Die V. capitalis wurde in der Ellenbeuge beim Abpräpariren der Haut durchschnitten; sie war dünner, als die Cephalica humeri. Cephalica pollicis und Salvatella vereinigen sich 23 mm über dem Proc. styloides radii zur Capitalis. Von hier bis zur 1. Klappe fast 10 mm. Grunddistanz = 2,38 mm.

a.	b.	c.	d.	e.	f.	g.
Unterarm	2	ca. 23,5	10	23,80	(—0,30)	
	3	16,7	7	16,66	+0,04	
	4	16,7	7	16,66	+0,04	Von Kl. 4 bis zur Einmündung einer dorsalen Seitenbahn, in der Ellenbeuge, 19 mm (19,04). Zwischen Kl. 7 u. 8 beginnen die Muskeln.
Oberarm	5	54+	23	54,74	(—0,74)	
	6	fast 20,5	9	19,04	(+1,46)	
	7	24,5	10	23,80	+0,70	
	8	36	15	37,70	—1,70	
	9	ca. 3	1	2,38	+0,62	
	10	fast 12	5	11,90	(+0,10)	
Summe:		206,9	87	207,08	—0,18	

Leiche H.

Messungsreihe LIX.

V. saphena magna, rechts.

Den 27. V. 1880.

Dimensionen des rechten Beines: Von der grossen Zehe bis zum Fussgelenk 9, bis zum unteren Rande der Patella 23, bis zur Leistenbeuge 40, bis zur Spina ilei ant. sup. 43 cm.

Vom Arcus bis zur 1. Klappe ca. 14 mm. Grunddistanz = 2,95 mm.

a.	b.	c.	d.	e.	f.	g.
Fuss	2	20+	7	20,65	(—0,65)	
Unterschenkel	3	14+	5	14,75	(—0,75)	
	4	20+	7	20,65	(—0,65)	
	5	41	14	41,30	—0,30	
	6	21	7	20,65	+0,35	Dicht über Kl. 6 geht ein starker Ast ab, der mit der Saphena parva communicirt.
	7	ca. 14	5	14,75	ca. —0,75	
	8	23,5	8	23,60	—0,10	
Oberschenkel	9	23,5	8	23,60	—0,10	
	10	9	3	8,85	+0,15	
	11	ca. 15	5	14,75	ca. +0,25	
	12	53	18	53,10	—0,10	
	13	14+	5	14,75	(—0,75)	
	14	ca. 21	7	20,65	+0,35	
	15	ca. 12	4	11,80	+0,20	
	16	ca 20—21	7	20,65	—	Kl. 16 an der Einmündung.
Summe:		321—322 +4+ = 324—325	110	324,5	ca. 0	

Leiche I.

Männliches Kind, 5 Monate alt, ca. 59 cm lang (Kopf secirt).

Länge des rechten Armes von der Spitze des 3. Fingers bis zur Axelhöhle 23,5; Länge der Hand 7, des Unterarms 9, des Oberarms 7,5 cm.

Messungsreihe LX.

V. capitalis brachii, rechts.

Den 24. VI. 1880.

Vom Proc. styloides radii bis zur ersten (gemessenen) Klappe 16 mm. Die Venen wurden nicht aufgeschnitten, sondern die Klappen durch Blut sichtbar gemacht und von aussen gemessen. Kleine Beobachtungsfehler sind daher unvermeidlich gewesen. Grunddistanz 1,6 mm.

a.	b.	c.	d.	e.	f.	g
Unterarm	2	fast 2	1	1,6	+(0,4)	
	3	7	4	6,4	+ 0,6	
	4	9	6	9,6	— 0,6	
	5	9	6	9,6	— 0,6	
	6	9	6	9,6	— 0,6	
	7	5+	3	4,8	+ 0,2	
	8	11	7	11,2	— 0,2	
Oberarm	9	ca. 18	11	17,6	+ 0,4	
	10	10	6	9,6	+ 0,4	
	11	8	5	8	0	
	12	14—15	9	14,4	—	
	13	11—12	7	11,2	—	
	14	14	9	14,4	— 0,4	
	15	20	12	19,2	+ 0,8	
	16	6	4	6,4	+ 0,4	
Summe:		153—155	96	153,6	—	

Leiche I.

Messungsreihe LXI.

V. saphena magna und Fortsetzung in V. femoralis und iliaca externa, rechts.

Den 24. VI. 1880.

Länge des Beines von der Inguinalbeuge bis zur Spitze der 2. Zehe fast 30 cm; Länge des Fusses 8, des Unterschenkels 12, des Oberschenkels 10 cm.

Am Fusse sind die Venen für genaue Messungen zu klein.

Dicht unter dem Malleolus befindet sich eine Klappe (1).

Grunddistanz 2 mm. 105 Klappen-Anlagen.

a.	b.	c.	d.	e.	f.	g.
Unterschenkel	2	ca. 48	24	48	0	
	3	4	2	4	0	Zwischen 3 u. 4 macht die Vene zwei starke Biegungen, beide durch Einmündung von Aesten hervorgerufen. Besonders stark ist eine von hinten kommende Vene, die mit der einen V. tibialis postica anastomosirt.
	4	ca. 20	10	20	0	
	5	ca. 9,7	5	10	—0,3	
	6	14+	7	14	0	
Oberschenkel	7	fast 38	19	38	0	Zwischen 6 u. 7 Kniegelenk, sowie Einmündung einer grossen Vene von vorn.
	8	ca. 16	8	16	0	
	9	ca. 26	13	26	0	Zwischen 8 u. 9 war die Vene aus Versehen durchschnitten, daher das Mass ungenau.
	10	ca. 13	6	12	+1	
	11	14	7	14	0	0.
	12	ca. 7	4	8	—1	Kl. 12 an Einmündung in Femoralis.
Leistenbeuge	13	16—17	8	16	+1	0.
Becken	14	29	15	30	—1	Dicht über 14 Einmündung der V. hypogastrica.
Summe:		254,7 —255,7	128	256	—0,3	128 — 23 = 105.

Leiche I.

Messungsreihe LXII.

V. saphena magna und Fortsetzung in V. femoralis und iliaca externa, links.

Den 25. VI. 1880.
Die 1. Klappe am Arcus dorsalis pedis.

a.	b.	c.	d.	e.	f.	g.
Fuss	2	fast 12	6	12	0	GD = 2 mm.
	3	fast 14	7	14	0	Zwischen 3 u. 4 macht die Vene ähnliche, aber weit schwächere Biegungen, wie rechts.
Unterschenkel	4	ca. 56	28	56	0	
	5	9—	4	8	+1	
	6	fast 10	5	10	0	
Oberschenkel	7	ca. 35—36	18	36	—	Klappe 7 undeutlich.
	8	ca. 34	17	34	—	
	9	37—38	19	38	—	0.
	10	14—15	7	14	—	
	11	ca. 6	3	6	—	Kl. 11 an Einmündung in Femoralis.
Leistenbeuge	12	18	9	18	0	
Becken	(13)	27—28	14	28	0	Kl. 13 rudimentär, unter Einmündung der Hypogastrica.
Summe:		272—276	137	274		137 —13 —23 = 101.

Leiche I.

Messungsreihe LXIII.

V. tibialis postica medialis, links.

Den 25. VI. 1880.
Von der Kniekehle abwärts gemessen, so weit möglich.
1. Klappe unter der Vereinigung mit V. tibialis antica.

a.	b.	c.	d.	e.	f.	g.
Unterschenkel	2	4	2	4	0	
	3	8,5	4	8	+ 0,5	
	4	10	5	10	0	
	5	5,5	3	6	— 0,5	
	6	6 +	3	6	0	
	7	5 —	2	4	+ 1	
	Summe:	39,0	19	38	+ 1	

Leiche I.

Messungsreihe LXIV.

V. tibialis postica lateralis, links.

Den 25. VI. 1880.
Von der Kniekehle abwärts gemessen. Klappe 1 identisch mit 1 der medialen Vene.

a.	b.	c.	d.	e.	f.	g.
Unterschenkel	2	4 +	2	4	+ 0	GD = 2 mm.
	3	6 +	3	6	+ 0	
	4	4 +	2	4	+ 0	
	5	4 +	2	4	+ 0	
	6	4 +	2	4	+ 0	
	7	4 +	2	4	+ 0	
	Summe:	26	13	26	—	

Zu LXIII und LXIV.
Die Venae tibiales posticae der rechten Seite zeigen mehrere Klappenabstände von ca. 2 mm.

Leiche I.

Messungsreihe LXV.

V. poplitea und femoralis, rechts.

Den 25. VI. 1880.
Von der Klappe 1 der V. tibialis postica communis nach oben gemessen.

a.	b.	c.	d.	e.	f.	g.
Unterschenkel	1	19	9	18	+ 1	Kl. 1 dicht unter der Kniegelenkspalte.
	* 2	7	4	8	— 1	
Oberschenkel	3	28,5	14	28	+ 0,5	
	4	24—25	12	24	+	Zu wenig, da die Vene oben bei Herausnahme der Saphena abgeschnitten.
	5	33,5	17	34	— 0,5	
	Summe:	112—113	56	112	—	

Zu LXV.
Auch die linkseitige Poplitea enthält eine Klappe, dicht unter der Gelenkspalte.

Leiche I.

Messungsreihe LXVI.

V. tibialis antica lateralis.

Den 25. VI. 1880.

Anfang der Messung an der Einmündung der V. tarsea lateralis.

a.	b.	c.	d.	e.	f.	g.
	1	11,8	6	12	— 0,2	In Folge Streckung im Fussgelenk etwas
	2	2,5	1	2	+ 0,5	zu viel?
	3	4—4,5	2	4	+	
	4	5,5	3	6	— 0,5	Genaue Messungen weiter oben nicht
	5	2	1	2	0	ausführbar.
	Summe:	26,3	13	26	+ 0,3	

Leiche K.

Den 12. VII. 1880.

Kind männlichen Geschlechts, 53 cm lang, angeblich ein halbes Jahr alt (?). Länge der oberen Extremität von der Spitze des 3. Fingers bis zur Axilla 22 cm, davon kommen auf die Hand 7, auf den Unterarm 7, auf den Oberarm 8 cm. Länge der unteren Extremität von der Spitze der 2. Zehe bis zur Leistenbeuge 25 cm, wovon auf den Fuss, bis zum Malleolus medialis, 6 cm, auf den Unterschenkel und Oberschenkel je 9,5 cm entfallen.

Untersucht wurden V. capitalis brachii rechts und links, beide Saphenae magnae, die beiderseitigen Venae tibiales posticae, sowie die Popliteae. Die Saphenae unterscheiden sich in Zahl und Distanz der Klappen wenig von denen des vorigen Kindes I (s. o.). In den Tibiales postt. finden sich mehrere Klappen-Distanzen von weniger als 2 mm (Grunddistanz etwa 1,8) vor. Beide Popliteae besitzen dicht unter dem Kniegelenke eine Klappe.

Leiche L.

Den 13. VII. 1880.

Kind männlichen Geschlechts, 63 cm lang, angeblich 5 Monate alt. Länge der oberen Extremität von der Spitze des 3. Fingers bis zur Axilla 25,5 cm, davon kommen auf die Hand 7,5; auf den Unterarm fast 8,5; auf den Oberarm über 9,5 cm. Länge der unteren Extremität von der Spitze der 2. Zehe bis zur Leistenbeuge fast 30 cm, wovon fast 8 auf den Fuss (bis zum Malleolus medialis), je 11 cm auf Unter- und Oberschenkel fallen.

Untersucht wu [illegible] itales brachii, beide Tibiales

posticae, beide Saphenae magnae, eine Ulnaris, eine Radialis, eine Interossea anterior, eine Brachialis, ausserdem noch Hals- und Gesichtsvenen. Während die Messungen an der rechten Saphena in der Messungsreihe LXVII unten zusammengestellt sind, theile ich für die übrigen Venen nur einzelne Distanzen mit.

In der linken Tibialis postica fand sich hinter einander folgend vier Mal die Grunddistanz von ca. 2 mm vor; ausserdem einige Male ihr Duplum, nämlich ca. 4,6 — 4,7. In der rechten Tib. post. waren die Distanzen weniger regelmässig; 4 Mal hinter einander folgten Distanzen von 8—9 mm.

Die Radialis zeigte 1 Mal fast 2 mm (Grunddistanz), 1 Mal 3,5 — 4 (Duplum), 1 Mal 6 (Triplum), die Brachialis u. a. 12 mm Abstand. In der Ulnaris begegnete mir eine Distanz von 4 und eine von ca. 2 mm (GD), letztere auch in der Interossea ant.

Leiche L.

Messungsreihe LXVII.

V. saphena magna, rechts.

Den 13. VII. 1880.

Vene nicht aufgeschnitten. Von oben nach unten gemessen; Anfangspunct: Einmündung in die Femoralis, wo Klappe 1. Grunddistanz 2 mm.

a.	b.	c.	d.	e.	f.	g.
Oberschenkel	2	ca. 11	5,6	10,12	—	Kl. 2 sehr gross, genaue Messung nicht gut ausführbar.
	3	4 +	2	4	0	
	4	4	2	4	0	
	5	ca. 25	12	24	+ 1	
	6	10	5	10	0	
	7	22	11	22	0	Am Knie war die Vene beim Ablösen der Haut durchgeschnitten.
Unterschenkel	8	ca. 45	22	44	+ 1	
	9	21 ; 22	11	22	—(1)0	
	10	54 ; 55	27	54	(+1)0	
Fuss	11	8 +	4	8	0	Zwischen 11 u. 12 geht Arcus dorsalis ab, also sehr weit proximalwärts.
	12	8—9	4	8	0(+ 1)	
	13	4 +	2	4	0	Vene wird schliesslich sehr dünn.
Summe:		216—219	108—109	—	—	109—10 + ?

Zu LXVII.

Die andere (linke) Saphena magna konnte nur theilweise untersucht werden; die Klappenabstände waren im Speciellen andere, als rechts, die Grunddistanz dieselbe.

Die Folgerungen, welche sich aus den oben wiedergegebenen Messungen und sonstigen Beobachtungen ergeben, sind mannigfaltig. Wir können hier trennen in Ergebnisse allgemeinerer Natur und solche, die sich auf specielle Fragen beziehen.

A. Allgemeine Ergebnisse.

I. Distanzgesetz.

Eingehen der Klappen.

Schon ein flüchtiger Blick auf einige der Tabellen genügt, um festzustellen, dass die Abstände der Venenklappen im Allgemeinen verschieden gross sind. Es kann allerdings ein- und dieselbe Distanz mehrmals, auch hintereinander, an einer bestimmten Vene wiederkehren, wir finden zwar sehr häufig dieselben Zahlen, wenn wir gleichnamige sowohl wie ungleichnamige Venen zusammenhalten — im Grossen und Ganzen jedoch findet sich bei oberflächlicherer Betrachtung, sowohl der Zahlen, als der Klappen selber in situ wenig Regelmässigkeit. Diese scheinbare Regellosigkeit, über welche alle Autoren übereinstimmen, gestaltet sich jedoch bei näherem Eindringen in diese Verhältnisse zur vollständigen Regelmässigkeit, zum Gesetz.

Die Abstände der Venenklappen betragen das nfache (1-, 2-, 3-, vielfache) einer bestimmten Grunddistanz. Diese Grunddistanz steht in bestimmtem Verhältnisse zu der Grösse des Individuums oder richtiger zu der Länge der Extremität. Die Grunddistanzen an der oberen Extremität verhalten sich demnach zu denen der unteren Extremität desselben Individuums, wie die Längen der Gliedmassen zu einander, und die Grunddistanzen gleichnamiger Extremitäten-Venen verschiedener Individuen verhalten sich ebenfalls zu einander, wie die Längen der Extremitäten oder annähernd wie die Körperlängen. In Zeichen liesse sich dies kurz so formuliren [1]):

1. KlD = n. GD.
2. GDo : GDu = Lo : Lu.
3. GDA : GDB = LAo(u) : LBo(u).

Es gilt also, einen concreten Zahlenausdruck für die Grunddistanz an einer Extremität eines Individuums zu finden. Ist diese Grösse bekannt, so lassen sich ja alle anderen leicht berechnen.

Die Grunddistanzen für den erwachsenen Menschen fand ich folgendermassen. Die bei Leiche A an der V. capitalis (M.R. I)

---

[1]) KlD Klappendistanz, GD Grunddistanz, obere, u untere Extremität, Länge. A und B verschiedene Individuen.

beobachteten Zahlen (Col. c) dividirte ich durch die kleinste. Da das mit 10 nicht aufging, versuchte ich es mit 11; das ergab für viele Distanzen eine ganze Zahl, für andere jedoch nicht. So macht $^{59}/_{11}$ ca. $5^1/_2$, $^{28}/_{11}$ ca. $2^1/_2$, $^{117}/_{11}$ ca. $10^1/_2$. Hieraus wurde es wahrscheinlich, dass alle Zahlen sich durch die Hälfte von 11, der kleinsten beobachteten Distanz, heben lassen würden. Ein Vergleich mit der Saphena magna derselben Leiche, wo zufällig einige der Zahlen wiederkehrten, sowie der Versuch, auch hier mit der kleinsten beobachteten Distanz in die anderen zu dividiren, führten zu keinem Resultate. Erst die dritte untersuchte Vene, eine V. tibialis antica, ergab Zahlen, die sich alle durch eine und zwar die kleinste wirklich durch Messung erhaltene heben liessen. Alle Zahlen waren hier so unverkennbar ein Vielfaches von 7, dass dies sofort frappiren musste. Die sogleich vorgenommene Division aller Saphena-Distanzen durch 7 ergab nun ein weit besseres Resultat, als vorher mit 10 oder 11, wenn auch manche Distanzen in Folge von Verschiebungen (mechanisch, Wachsthum?) oder noch ungeübter Beobachtung erhebliche Reste liessen. Eine Division der Zahlen am Arme durch 7 ergab wenig Erfreuliches, sodass zunächst noch die untere Extremität durchgemessen wurde. Wie Schuppen von den Augen fiel es mir aber, als ich die ziemlich sichere „7" mit der noch hypothetischen „$5^1/_2$", sowie die Längen der unteren und oberen Extremität in Proportion setzte. Die Uebereinstimmung der beiden Verhältnisse war zu auffallend, als dass sie zufällig sein konnte und wirklich fand sich dann auch die gesuchte Grunddistanz an einer „tiefen" Vene (Ulnaris) der Leiche B, Messungsreihe XIX, selbst vor.

Es ergab sich nun für sämmtliche Venen der Leichen A und B an der unteren Extremität eine Grund-Distanz von 7, der oberen Gliedmasse eine solche von 5,5 mm. (Kleine Abweichungen an einzelnen Venen sind durch mechanische Verlängerung oder Verkürzung, Biegungen (Umwege) der Vene veranlasst.)

Zur Bestätigung des so sehr wahrscheinlich gewordenen Gesetzes, habe ich sodann noch die Leichen C, E und F durchgemessen.

Obwohl alles Erwachsene (Männer), zeigten diese Leichen entweder etwas abweichende Länge des Körpers oder der Extremitäten, Unterschiede, welche sich auch in der Länge der Grunddistanz geltend machen. Im Grossen und Ganzen jedoch können die genannten Zahlen (7 und 5,5 mm) allgemeine Gültigkeit für den Erwachsenen beanspruchen. Auf die geringen individuellen Differenzen der Grunddistanz wurde ich allerdings erst nach

Untersuchung der Leiche F aufmerksam, da die Differenzen zwischen Beobachtung und Rechnung zunächst noch als Beobachtungsfehler, Störungen der Gesetzmässigkeit durch Wachsthumsverschiebungen u. dgl. aufgefasst werden konnten. Auch die Messungen an dem Kinde D, welche für die untere Extremität die Grunddistanz von 3 mm ergaben, (aus äusseren Gründen konnte die obere Gliedmasse nicht untersucht werden), eine Zahl, die in vollständiger Proportion zu der Länge des Gliedes steht, — auch diese Messungen liessen noch die Möglichkeit offen, dass die Grunddistanzen bei ausgewachsenen Menschen verschiedener Statur dieselben seien, wenn sie auch bei nicht Erwachsenen nach dem Alter natürlich verschieden sein mussten. Es konnte also die Zahl der Klappenanlagen, die Summe der „n" in Col. d individuell verschieden sein. Dies ist jedoch, wie es die Untersuchung an Leiche F, welche auffallend kurze Extremitäten besass, ergeben hat, nicht der Fall. Nicht die Zahl, sondern der Grundabstand der Klappen, besser Klappenanlagen ist verschieden, er steht in genauer Proportion zu der absoluten Länge des Gliedes. Nachträgliche und mehrmals wiederholte Durchrechnungen der Protokolle von den zuerst untersuchten Leichen ergaben dann gleichfalls bereits dort geringe Differenzen in der Grunddistanz, entsprechend den Extremitäten-Längen. Wie der Leser bemerken wird, habe ich übrigens anfänglich nicht überall genaue Messungen der Körperlänge und der Extremitäten ausgeführt resp. nicht notirt, ehe ich eben auf die Wichtigkeit dieser ja sehr einfachen und mühelosen Vervollständigung der Beobachtungen aufmerksam geworden war. Leiche F. hatte nun entschieden, in Uebereinstimmung mit den kurzen Gliedmassen, kleinere Grunddistanzen, nämlich 6,6 unten und 5,2 oben. Wegen anderweitiger Verwendung unseres Leichenmaterials im Semester (Operationscurs) habe ich keine Leiche von Erwachsenen wieder untersuchen können. Die Messungen von Leiche G wurden an einer, wie sich hierbei herausstellte, sehr genauen Zeichnung, die ich im Juli 1879 mit Bezug auf die Frage über das Verhältniss der Klappen zu den Asteinmündungen angefertigt hatte, angestellt. Sie ergaben wiederum 5,5 mm Grunddistanz für den Arm.

Von grossem Werthe war es nun, noch mehrere Kinderleichen (H, I, K, L) untersuchen zu können. Allerdings ist noch eine Lücke geblieben, zwischen dem grössten Kinde von 81 cm und dem ungefähr doppelt so grossen Erwachsenen F. Mit Rücksicht auf die sehr heisse Witterung und die Schwierigkeit der Messungen an den kleinen Objecten sind bei den beiden letzten Kindern nur

einige Venen resp. eine Anzahl von Klappendistanzen bestimmter Venen gemessen worden. Am sichersten und schnellsten gelangt man zu dem Ziele, die Grunddistanz oder ihr Duplum zu finden, wenn man eine V. tibialis postica aufsucht. (Im Uebrigen s. o. Methode).

Die durch Beobachtung gefundenen und event. durch Rechnung rectificirten Grunddistanzen für die verschieden grossen Extremitäten stelle ich in folgender Tabelle zusammen. Kleine Fehler sind gewiss auch hier, besonders wegen der Unsicherheit in der Messung der oberen Extremität, vorgekommen.

Bezeichnung der Individuen		Länge des Körpers in cm	Länge d. ob. Extrem. in cm		Länge d. unt. Extrem. in cm		Grunddistanzen in mm	
			incl. Hand	excl. Hand	incl. Fuss	excl. Fuss	ob. Extrm.	unt. Extrem.
Kinder	K	53	22	15	25	19		1,8
	I	59	23,5	16,5	fast 30	22	1,6	2,00
	L	63	25,5	18	30	22		2,00
	H	80	32,5	23,5	40	31	2,38	2,95
	D	81	31	22	40	31		3,00
Erwachsene	F		66	48,5		71,5	5,2	6,6
	E	164	80	60	95	r. 75,1 l. 78,5	5,5	7,1
	B	174	79	ca. 59, 55, 56	102	r. 79,5 l. 78,8	5,5	7,0
	A	162 ?		57		78,5	5,5	7,0
	C	175				80,5		7,4
	G						5,5	

Dividiren wir nun mit der Grunddistanz in die Länge einer Vene, so erhalten wir die Zahl der Klappen-Anlagen, die Zahl der möglichen Klappen. Dieselbe ist, da sich die Grunddistanz zur Länge der Extremität oben so verhält wie unten, für die beiden Hauptvenen der Extremitäten, Saphena magna und Capitalis brachii (mihi) gleich gross. Die Zahl der Klappen-Anlagen beträgt für diese in der Längsrichtung der Gliedmassen verlaufenden Venen oben wie unten, abgesehen von Hand und Fuss, wenig über hundert, etwa 106. Die Zahl wird je nach der früheren oder späteren Einmündung der Saphena und anderen mehr unwesentlichen Umständen etwas variiren. Wo sich sonst Abweichungen in den obigen Tabellen vorfinden, dürften sie auf Beobachtungsfehler und ungenaue Bestimmung der Grunddistanz hinauslaufen (vgl. unten). Wir müssen also, obwohl ich das weder bei Kindern noch auch Embryonen bisher thatsächlich beobachtet habe, schliessen, dass die ursprüngliche Zahl der Klappen oder Klappen-Anlagen an den Extremitäten-Venen sowohl bei verschiedenen In-

dividuen wie den beiden Gliedmassenpaaren dieselbe ist, und dass sie, wenn wir die grossen Venen bis auf das Endglied der Extremität verfolgen, die Zahl 100 erheblich übersteigt. Die Möglichkeit, dass alle diese Klappen de facto nicht nur angelegt, sondern auch ausgebildet werden, ist nicht von der Hand zu weisen. Aber es ist ebenso denkbar, dass ein grosser Theil sehr bald nach dem Entstehen, vielleicht sogar, wenn ich so sagen darf, in statu nascenti wieder eingeht. Hier spielen vielleicht Vererbungsvorgänge eine Rolle. Man könnte im Sinne der Descendenztheorie den Gedanken dann etwa so formuliren: an den Stellen, wo die Klappen, sobald die Bewegungen des Individuums beginnen, also schon vom 5. fötalen Monate an, mechanisch überlastet werden, insufficient werden und eingehen (z. B. an den Gelenken), an diesen Stellen, welche, so lange es Menschen gibt, stets unter ungünstigen mechanischen Einwirkungen gestanden haben, werden die Klappen-Anlagen im Laufe der Zeit schwächer, um vielleicht schliesslich ganz zu verschwinden, d. h. beim Individuum nicht mehr aufzutreten. Ob wir einer solchen Hypothese bedürfen oder nicht, ob nicht in sehr jungen Stadien sämmtliche Klappen, wenn auch nur als Verdickungen oder Vorsprünge der Venenwand vorhanden sind, die mit den Verdünnungen an den spätern Klappensinus regelmässig abwechseln, das zu entscheiden fehlte mir bisher das embryonale Material. Soviel ist jedoch sicher, dass die Entwickelung der Venenklappen mit den abwechselnden Verdickungen und Verdünnungen der Wand, die mit dem Wechsel des Calibers Hand in Hand gehen, sowie mit der Einmündung der Aeste in innerem Zusammenhange steht. Hierauf komme ich unten noch einmal zurück.

Einen werthvollen Fingerzeig für die Zeit der Klappen-Entstehung scheint mir die oben mitgetheilte Thatsache darzustellen, dass die Zahl der Klappen-Anlagen an der oberen und unteren Extremität dieselbe ist. Wir werden kaum fehlgehen, hieraus zu schliessen, dass die Entwickelung der Klappen zu einer Zeit beginnt, wo beide Extremitäten gleich lang sind.

Von den so überaus zahlreichen, ursprünglich angelegten Klappen geht nun der grösste Theil während der intrauterinen Entwickelung und dem postembryonalen Wachsthum total oder partiell zu Grunde. Das lässt sich verschiedentlich nachweisen.

Vergleichen wir die Anzahl der Klappen in einer bestimmten Vene bei Embryonen, Kindern und Erwachsenen, so sehen wir in den meisten Fällen und bei der grossen Mehrzahl der Venen eine

Abnahme der Klappenzahl mit dem Alter. Es findet, schon von dem jüngsten mir bekannten Stadium (3. Monat) an, wenigstens bei den Hautvenen, nicht nur keine Zunahme, keine Neubildung von Klappen statt, sondern eine Abnahme, ein Eingehen. Man kann die Rückbildung der Klappen, oder strenggenommen, die in Rückbildung begriffenen Klappen, direct beobachten, und zwar, wenn man aufmerksam sucht, an jeder Leiche eines Kindes oder eines Erwachsenen! Die Rückbildung zeigt folgende Stadien: Insufficienz in allen Abstufungen (quantitativ in mm Quecksilber ausdrückbar), Durchbrechung der Klappenmembran, Eingehen der Klappentaschen in verschiedenem Grade bis zum vollständigen Verschwinden, sodass schliesslich nur noch der Saum, an dem die Tasche an die Wand geheftet war, mehr oder weniger deutlich sichtbar bleibt. Oft sieht man diese Reste oder Spuren erst, wenn man die Stelle nach dem Distanzgesetze aufsucht. Hier ist zu bemerken, dass, wie das die Tabellen oft genug zeigen, diese rudimentären Klappen resp. Klappen-Rudimente oder — Spuren distalwärts verschoben zu sein pflegen.

Häufig sucht man aber beim Erwachsenen an den betreffenden Stellen mit blossem Auge vergeblich auch nur nach Spuren von Klappen. Hier kann man dann aber mikroskopisch den Nachweis führen, dass eine Klappe vorhanden gewesen sein muss. Die Venenwand ist nämlich, wie das Längsschnitte am besten zeigen, an der Stelle des ehemaligen Klappensinus verdünnt, die Muskulatur der Wandung ist quantitativ und qualitativ verändert, indem bestimmte Elemente, so bei der Saphena magna die Ringmuskeln, fehlen oder erheblich schwächer geworden sind, fast nur schräg oder longitudinal verlaufende Muskeln persistiren. Kurz, es zeigen sich die charakteristischen Veränderungen im feineren Aufbau der Wandung an den Sinus der vollständig erhaltenen Klappen, über welche ich später berichten werde. Ferner bemerkt man eventuell auf Längs- und Querschnitten kleine Buckel an den Stellen des früheren Taschensaumes, Erhöhungen, die an junge, sich entwickelnde Klappen, erinnern.

Das Eingehen der Klappen beginnt sehr frühzeitig. Während, wie oben erwähnt, eine Neubildung von Klappen nach dem 3. Monate nicht mehr statthat, dürfte nach meinen Erfahrungen das Eingehen bereits vom 5. Monate an sicher zu constatiren sein. Dass die Rückbildung jedoch vielleicht schon viel früher beginnt und mit der Entwickelung coincidirt, darauf habe ich oben bereits hingewiesen. Wenn wir die Vererbungsfrage ganz aus dem Spiele

lassen und nach direct nachweisbaren Ursachen des Eingehens der Klappen forschen, so sind dieselben m. E. in rein mechanischen Einwirkungen zu suchen, wobei dann ausserdem Wachsthumsverschiebungen noch eine Rolle spielen dürften. Die auf die Klappen eindringenden Kräfte können von innen wirken als Blutdruck oder von aussen als directer Druck (Muskeln, Luft) und Zug (Bewegungen, Wachsthumsverschiebungen) auf die Klappe oder die Venenwandung, an der die Klappe befestigt ist. Aeusserer und innerer Druck oder Zug können sich combiniren und werden dann die stärksten Veränderungen hervorrufen. Dies wird besonders an Gelenken der Fall sein müssen, wo starke Dehnungen der Venen in die Länge und solche durch den Blutdruck in die Quere auftreten. Auch die Häufung grosser Asteinmündungen in der Nähe der Gelenke (Ellenbeuge, Knie u. a.) wird einen Einfluss in diesem Sinne ausüben. Zeugen solcher mechanischen Vorgänge sind die Klappenrudimente, welche in den Protokollen wenigstens zum Theil mit verzeichnet sind. Als schlagendes Beispiel führe ich besonders die Messungsreihe XLI an (vgl. u. a. die speciellen Ergebnisse). Dass die Zahl der persistirenden Klappen nicht nur individuell und nach dem Alter, sondern auch an den beiden Seiten desselben Menschen verschieden sein kann, soll als Beweis für das Walten rein (direct) mechanischer Kräfte noch ganz besonders hervorgehoben werden. Das Eingehen an der Einmündung grösserer Aeste, manchmal nur als distale Dislocation der Klappe angedeutet oder vorbereitet, kehrt so oft wieder, dass man auch hier einen causalen Zusammenhang anzunehmen genöthigt ist.

Wie unten im speciellen Theile weiter ausgeführt werden wird, betrifft das Eingehen der Klappe vorwiegend die grossen, solitär verlaufenden Hautvenen oder primären Venen, wie man sie genetisch den später sich entwickelnden „tiefen", besser „Begleitvenen" gegenüber nennen kann. Allerdings gibt es auch tiefe Venen, in welchen sehr wenig Klappen persistiren, so die Femoralis. Dies spricht aber nur wieder für das Wirken rein mechanischer Kräfte. Die eine Femoralis pflegt so über die andere zu überwiegen, dass man bisher fast stets nur von einer, nicht von zwei, die Art. femoralis begleitenden Venen gesprochen hat. Sie nähert sich so den solitär verlaufenden Hautvenen. Diese werden, als die zuerst vorhandenen und für längere Zeit den tiefen Venen an Kaliber überlegenen, gewiss auch zuerst ihre Klappen durch Ueberlastung eingehen sehen. Eine passive Erweiterung der Vene durch den Druck der Blutsäule, ein Rückwärtsfliessen des Blutes zwischen

den beiden Taschen der Klappe oder mit partiellem Umklappen resp. Durchbrechung (Zerdehnung) derselben dürfte vor Allem hier in Betracht kommen. Hiergegen sind die tiefen oder Begleitvenen durch ihre anfängliche Kleinheit, also auch geringen Blutdruck, durch die Queranastomosen, welche ein Ausweichen des Blutes nach der Seite gestatten, durch die umgebenden Muskeln u. a. weit mehr geschützt. Werden aber Begleitvenen unverhältnissmässig gross, sei es auf Kosten ihres Partners, sei es durch die allgemeine Grössen-Zunahme (Kaliber und Blutfülle), so erliegen sie demselben Schicksale, wie die Hautvenen.

Die Schnelligkeit des Verschwindens ist bei vielen Klappen gewiss sehr bedeutend und wird es theilweise schon aus physikalischen Gründen sein müssen. Denn wenn erst eine oder zwei Klappen den äusseren oder inneren Kräften gewichen sind, wird die auf den darunter gelegenen Klappen lastende Blutsäule immer grösser, sodass das Eingehen der Klappen ceteris paribus mit einer von Schritt zu Schritt (geometrisch) wachsenden Geschwindigkeit erfolgen muss. Auf solche Processe weisen die bereits beim Kinde colossal langen klappenlosen Strecken der Saphena magna am Unterschenkel und am Knie hin.

II. Klappe und Ast.

Schon von früheren Untersuchern ist ausgesprochen worden, dass die Klappen „meistens" oder „fast beständig" (presque constamment, Houzé de l'Aulnoit l. c. S. 27) an der Einmündung collateraler Aeste sich befinden. Meine Untersuchungen haben nun ergeben, dass dies „fast" zu streichen ist. Distal von jedem Aste liegt eine Klappe, proximal von jeder Klappe mündet ein Ast. Die Ausnahmen, welche bisher das „fast" motivirt haben, sind nur scheinbare, durch secundäre Veränderungen herbeigeführte. Sie erklären sich sammt und sonders durch das oben beschriebene Verschwinden (oder wenigstens Verschiebung) der Klappen, oder aber durch das Verschwinden oder wenigstens Kleinerwerden oder Kleinbleiben der Aeste. Wenn man sorgfältig untersucht, entdeckt man stets unter der Einmündung eines Astes einen Rest einer Klappe und über jeder Klappe eine, manchmal sehr feine Oeffnung eines Astes. Die Aeste der Venen münden, wie bei dieser Gelegenheit bemerkt werden soll, einfach. Die bei den Begleitvenen, wie die Stämme, doppelten Aeste vereinigen sich kurz vor der Einmündung.

Ast und Klappe entsprechen sich demnach genau in Ort und

Zahl. Die Venen sind sonach aus einer Summe von Abtheilungen, Segmenten zusammengesetzt, die jedes aus einem Stück cylindrischer Wandung, einer kegelförmigen Erweiterung: Sinus, einer Ast-Einmündung und einer Klappe mit zwei Taschen bestehen. Die Zahl dieser Venen-Segmente ist an der oberen und unteren Extremität, sowie bei verschiedenen Individuen jeder Grösse und jeden Alters für gleichnamige, gleichverlaufende Venen gleich gross — die Grösse der Segmente richtet sich nach der Länge der betreffenden Vene oder des Gliedes, annähernd also nach der Körpergrösse.

Wir sind hiermit zu einer neuen Begriffsbestimmung der Vene gegenüber der Arterie gelangt. Die Unterschiede zwischen beiden Arten Blut führender Gefässe sind weniger histologisch, wie ich dies in früheren Mittheilungen bereits angedeutet habe, sondern allgemein-morphologisch. Der Arterie fehlen die regelmässig abwechselnde Erweiterung und Verengerung, die abwechselnde Verstärkung und Verdünnung der Wand, sowie die Klappen. Gemeinsam sind beiden die in regelmässigen Abständen angebrachten Aeste. Das habe ich durch Messungen auch für die Arterien nachweisen können. Für die mit den Venen verlaufenden Arterien resp. richtiger, die mit Begleitvenen ausgestatteten Arterien lag dies von vornherein auf der Hand.

III. Duplicität der Klappentaschen.

Die Zahl der Klappentaschen soll 1—5 betragen können, wenn wir die Literatur durchmustern. Ich habe unter Tausenden von Klappen bisher nie eine gesehen, welche mehr oder weniger als zwei Taschen gehabt hätte. Prüfen wir die Angaben der Autoren. Zunächst müssen von den wirklichen oder echten Klappen, den Taschenklappen gesondert werden die Winkel- oder Astklappen. Wir haben zwar soeben gesehen, dass die echten Klappen in inniger Beziehung zu den Aesten stehen und ich habe bereits früher auf den aller Wahrscheinlichkeit nach bestehenden genetischen Zusammenhang von Ast und Klappe hingewiesen; trotzdem aber müssen wir die direct an dem Einmündungswinkel gelegenen „Klappen" davon trennen. Dies sind weiter nichts, als Fortsetzungen desjenigen Theiles der Gefässwandung, der dem Stamme und Aste gemeinsam ist, in das Lumen hinein. Nun soll zwar nicht geleugnet werden, dass der Entstehungsmodus der wahren Klappen schliesslich auf ganz ähnliches hinauslaufen dürfte und dass hier gewissermassen der Ansatz zu einer zweiten Klappenbildung vor-

liegt. Aber hierzu kommt es niemals, sondern der Wandausläufer bleibt eine, natürlich je nach Verhältnissen mehr oder weniger bewegliche Zunge, die ähnlich wie die entsprechenden Gebilde am Abgange der Arterienäste, bei Venen die Vereinigung der Blutströme eine kleine Strecke weit verhindert, während sie hier eine frühere Trennung der Flüssigkeit anbahnt. Aehnliche Bilder kann man in Gebirgsgegenden an dem Zusammenflusse zweier Bäche oft sehen. Je nach den Wassermengen des einen oder des anderen ist die Richtung der zwischen ihnen sich zuspitzenden Landzunge verschieden, ja an derselben Stelle nach Umständen wechselnd. Manchmal findet man sogar förmliche Ausbuchtungen, besonders bei ziemlich rechtwinklig einmündenden Aesten, — ein Anblick, der mich oft an wirkliche Taschenklappen erinnert hat. Vielleicht spielt auch bei den Venen die Richtung, in der der Ast in den Stamm mündet, eine hiermit vergleichbare Rolle.

Wenn wir demnach die Winkelklappen bei Seite lassen und die eigentlichen Taschenklappen — und nur auf diese bezieht sich vorliegende Abhandlung — in's Auge fassen, möchte ich, obwohl ich aus äusseren Gründen die kleinsten Venen und Venenäste nicht untersucht habe, das Vorkommen von nur einer Tasche ebenso bezweifeln, wie das von drei oder gar noch mehr. Es kann allerdings die Anwesenheit von einer oder auch von drei Taschen in verschiedener Weise vorgetäuscht werden. Wenn man nämlich eine Vene, z. B. die Saphena magna aufschneidet, so wird man unwillkürlich (weil es am bequemsten) den Scheerenschnitt etwa in die Mitte der einem zugekehrten Wand des an der Leiche platten Gebildes legen. Stehen nun, wie gewöhnlich, die Taschen mit ihren Flächen parallel der Haut und der Fascie, so wird bei dieser Art des Aufschneidens eine Tasche wohlerhalten auf der dem Innern der Gliedmasse entsprechenden Wand zum Vorschein kommen, während die andere Tasche zerschnitten wird und ihre Hälften von den auf beiden Seiten der Schnittlinie gelegenen Rändern der Venenwand verdeckt werden. So ist es jedenfalls Fabricius ab Aquapendente gegangen, wie seine Tafeln beweisen. An der Stelle, wo das Aufschneiden am Rande des platten Stranges geschah — am Knie und am Malleolus ist dies meist bequemer — oder wo die Klappentaschen anders standen, hat er richtig zwei Taschen abgebildet, an den anderen Stellen nur eine. Da es oft ganz besondere Aufmerksamkeit erheischt, zumal bei kleineren Klappen, beide Taschen zu sehen, wird wohl noch Mancher nach Fabricius sich in der angedeuteten Weise haben täuschen lassen. Die

beiden Taschen brauchen nämlich nicht gleich gross zu sein, sondern eine kann die andere sehr erheblich überragen, obwohl das doch immer Ausnahmen sind. In solchen Fällen entgeht natürlich die kleinere Tasche noch leichter der Beobachtung. Ferner kann wahrscheinlich, obwohl ich selbst dergleichen nur in der Vena cava inferior annehmen möchte, auch mal eine Tasche eingehen, während die andere persistirt. Bei allen Klappen von Extremitätenvenen habe ich zwar wiederholt an den beiden Taschen derselben Klappe verschiedene Grade des Eingehens beobachtet, jedoch niemals ist mir der Fall begegnet, dass eine Tasche spurlos verschwände, während die andere noch einigermassen normal bleibt. Und da die Klappenrudimente bisher so ausserordentlich wenig beachtet worden sind, ist wohl die Annahme, dass eine fast eingegangene Tasche, deren Partner bereits ganz verschwunden war, eine eintaschige Klappe vorgetäuscht hat, etwas fern liegend. Schliesslich würde das aber denn doch immer als zweitaschige Klappe aufzufassen sein. Der eben angegebene Zustand liegt, wie es scheint, in der Vena cava vor. Dieselbe gehört ja nicht direct zu den Gliedmassenvenen, wenn sie auch die Fortsetzung der grossen Venen der unteren Extremität darstellt. In der Cava findet man nun wirklich scheinbar eintaschige Klappen. Ich erkläre mir das so. Aehnlich wie in der gleichfalls innig an die Wirbelsäule befestigten Aorta befinden sich die Ast-Einmündungen (Abgangsstellen) von rechts und links relativ nahe bei einander (hinten), sodass der vordere Theil der Peripherie eines den Querschnitt der Cava oder Aorta darstellenden Kreises, welcher keine Oeffnungen für Aeste enthält, ganz erheblich grösser ist, als der hintere Abschnitt zwischen den beiderseitigen Aesten. Hier hinten befinden sich nun in der Cava Klappen, die aus einer Tasche bestehen. Die andere Tasche dürfte durch die ausserordentliche (passive) Ausdehnung, welche die Vene nach vorn zu erlitt, während die an die Wirbelsäule fixirte Partie im Wachsthum oder der Ausdehnung unverhältnissmäsig zurückblieb, — die andere Tasche dürfte durch die enorme Querdehnung vollständig zu Grunde gegangen sein.

In ähnlicher Weise wie das scheinbare Vorkommen einer, könnte das von drei Taschen erklärt werden. Nach den Angaben so ziemlich aller Autoren sollen ja auch drei Taschen beobachtet sein; manche geben speciell an, dass dies an der Einmündung der Saphena in die Femoralis der Fall sei. Es handelt sich hier und in allen Fällen, wo scheinbar drei Taschen vorhanden sind,

entweder um eine Combination von einem Paare wirklicher Klappentaschen mit einer Winkelklappe, oder um zwei wirkliche Klappen (mit 4 Taschen), deren eine zwei verschieden grosse oder verschieden stark eingegangene Taschen besitzt. Wenn man von 4 Taschen gesprochen hat (mir ist der Fall nicht vorgekommen), so kann es sich nur um 2 Klappen mit je 2 Taschen (an 2 Venen, Stamm und Ast) gehandelt haben. Zu der Beobachtung von 5 Taschen ist man vielleicht gekommen, wenn zwei echte Klappen und eine Winkelklappe, etwa an der Einmündung der Saphena magna combinirt sind. — So erklären sich alle anderweitigen Angaben, soweit ich sehe, durch die Annahme ungenügender Untersuchung oder reduciren sich auf scheinbare Ausnahmen, welche nur wieder das allgemeine Gesetz bestätigen: Alle echten Klappen besitzen zwei Taschen, nicht mehr und nicht weniger.

IV. Wachsthumsverschiebungen und Formveränderung der Klappen.

Das Längenwachsthum der Venen geht nach den obigen Untersuchungen interstitiell und zwar ziemlich gleichmässig vor sich. Die während des Wachsthums sich stets gleich bleibenden Proportionen zwischen Länge der Vene oder der Extremität zu den Grunddistanzen der Klappen sprechen hier so klar, dass weitere Discussionen darüber überflüssig erscheinen. Nur auf die Störungen des gleichmässigen Wachsthumes durch äussere, nicht in der Vene selbst liegende, Verhältnisse sei noch hingewiesen. In Folge des Umstandes, dass die Venenstämme selbst, wie ihre Aeste, mehr oder weniger innig mit dem umgebenden Gewebe verwachsen sind, muss auch die Vene an Verschiebungen, welche die Nachbarschaft erleidet, bis zu einem gewissen Grade theilnehmen. Auch hier haben wir, und das ist fast in jeder Messungsreihe zu ersehen, Wachsthumsverschiebungen vor uns, wie sie Schwalbe so überzeugend für Arterien in seiner Abhandlung im XII. Bande dieser Zeitschrift nachgewiesen hat. Es scheint mir jedoch, als wenn die Venen im Grossen und Ganzen nicht so stark in Mitleidenschaft gezogen werden, als die Arterien. Behalten sie doch weit mehr, als diese, ihren geradlinigen Verlauf bei. Die Abweichungen meiner Zahlen in den Columnen c von denen in e hätten sonst wohl noch stärker ausfallen müssen. Häufig hat wohl auch der Blutdruck Veränderungen in der Lage der Klappen herbeigeführt, indem er sie distalwärts verschob, wie dies besonders bei den weniger widerstandsfähigen, im Eingehen begriffenen Klappen der

Fall sein mochte. Oft ist nur eine Klappe oder ein Segment der Vene afficirt, während die folgende Klappe (das folg. Segment) bereits wieder die gesetzmässige Lage (resp. Länge) besitzen. Zwei auf einander folgende Zahlen geben dann ein Multiplum der Grunddistanz, während jede einzelne derselben, manchmal erheblich, von dem Gesetze abweicht.

Je nachdem das Wachsthum oder die Erweiterung einer Vene mehr in der Längsrichtung oder im Querschnitt stattfindet, wird sich die Gestalt der an der Wand befestigten Klappen verändern müssen. Dieser Satz gilt ganz allgemein und er erklärt die verschiedene Form der Klappen je nach dem Lebensalter (Länge) des Individuums und dem Kaliber der Vene. Ausserdem kommt hier noch die Wirkung des Blutdrucks auf die Taschen, sowie auf die Venenwand selber in Betracht. Die Form der Taschen wird passiv durch jahrelang fortgesetzten, wenn auch intermittirenden Druck verändert werden, das Kaliber der Vene wird ausserdem noch je nach der gerade vorhandenen Anfüllung schwanken. Sind nun die Venen blutleer, so werden wir, vorausgesetzt, dass die Wandung nicht an die Nachbarschaft (Arterien, Fascien, Muskeln u. dgl.) innig fixirt ist, durchgängig ein kleineres Kaliber vor uns haben, als das Mittel während des Lebens. Die bleibend in die Länge gewachsene oder ausgezogene Klappentasche dagegen wird sich im Wesentlichen in der Länge nach dem Tode so präsentiren wie im Leben. Ceteris paribus werden wir also an der Leiche relativ zu schmale und lange Taschen vorfinden. Vergleichen wir nun die Form der Klappentaschen beim Embryo, Kind und Erwachsenen, so finden wir anfänglich, so im 5. Monat, elliptische (Hauptaxe der Ellipse quer zur Venenaxe) oder kreisrunde Contouren der Taschen, welche dann später mehr und mehr para- oder hyperbolisch werden. Anfangs überwiegt also der Querdurchmesser, später der Längsdurchmesser der Tasche. Viele Klappen, besonders in kleinen und in tiefen Venen, behalten ihre embryonale Form und wachsen relativ wenig, — andere, besonders in den grossen und den Hautvenen, werden sehr gross und zugleich meist auch hyperbolisch. Wenn aber grosse Venen ringsum gut fixirt sind, daher bei der Eröffnung ihr Lumen nicht wesentlich ändern, kann man auch hier noch zwar sehr grosse, aber doch ziemlich halbkreisförmige Taschen sehen, so z. B. in der Femoralis.

Wie vorläufige Ermittelungen erkennen lassen, besitzen auch die Lymphgefässsstämme der Extremitäten, sowie der Ductus thoracicus regelmässige Klappen-Distanzen. Bei letzterem gehen, wie ich mich überzeugt habe, in ähnlicher Weise wie bei den Venen, wohl auch aus denselben Gründen, die Klappen theilweise ein. — Die Gültigkeit des für die Venen speciell nachgewiesenen Distanz-Gesetzes auch für die Lymphgefässe und betreffs der Aeste auch für die Arterien erhebt dies Gesetz zu einem allgemeinen.

B. Specielle Ergebnisse.

Die speciellen Ergebnisse der vorliegenden Untersuchung beziehen sich auf die Zahl der persistirenden Klappen in den einzelnen Venen, die je nach dem Alter und den Individuen verschieden ist, auf die Unterschiede, welche oberflächliche und tiefe Venen in dieser Hinsicht zeigen, auf das Eingehen der Klappen an und über den Gelenken, sowie Differenzen zwischen rechts und links u. dgl. Diese Ergebnisse sind theilweise unbeabsichtigte. Die Hauptaufgabe war die Feststellung eines allgemeinen Gesetzes, dem sich alle Einzelthatsachen unterordnen. Erst in zweiter Linie galt es, die Zahl der persistirenden Klappen etc. zu bestimmen. Und während für die Aufstellung allgemeiner Sätze die Untersuchung an 6 Erwachsenen und 5 Kindern, Distanzen-Messungen an einigen 30 verschiedenen Venen (je 16 von jeder Gliedmasse), in der Summe von über 700, genügend erschienen, — sind die Anzahl der gleichnamigen Venen und der Individuen für die Aufstellung allgemein gültiger Regeln in den oben angedeuteten Fragen bei Weitem nicht ausreichend. Hierzu wird es noch eines erheblich grösseren Materials bedürfen, welches mir, wie oben bemerkt, im Sommer nicht zur Verfügung steht. — Nach der Entscheidung specieller Fragen, wird man vielleicht auch hier allgemeinere Ergebnisse, Beziehungen zwischen den speciellen Befunden und allgemeine Gesichtspuncte als Resultat der Untersuchung verzeichnen können. Die speciellen Untersuchungen über die Zahl der persistirenden Klappen etc., die ich im kommenden Winter anzustellen gedenke, werde ich später veröffentlichen. Da jedoch die in extenso wiedergegebenen Protokolle für einzelne Puncte (Verschiedenheit nach Individuen, Alter, Körperseite) bereits Beweiskraft haben, für andere ziemlich sichere Andeutungen geben, so seien hier die brauchbaren speciellen Ergebnisse, welche gleichzeitig auch das oben im allgemeinen Abschnitte Gesagte erläutern und ausführen, kurz zusammengestellt.

I. Zahl der persistirenden Klappen in bestimmten Venen.

V. saphena magna.

Die grosse Hautvene der unteren Extremität ist bei verschiedenen Individuen so übereinstimmend in Verlauf, relativer Länge und Kaliber, dass sie direct verglichen werden kann.

Erwachsene:

Leiche	Seite	Fuss	Unterschenkel	Oberschenkel	Summe
		Zahl der Klappen.			
A		4	4	4	12
B	r.	3	5	6	14
B	l.	2	4	5	11
C	r.	2	5	3	10
C	l.	3	5	6	14
E	r.	2	1	1	4
E	l.	3	3	3	9
F	r.	2	0; 4	5	7; 11
F	l.	3	5; 5	5	13
M [1])		3	4	5	12
Mittel:		2,7	3,75	4,3	10,7
Grenzen:		2—4	0—5	1—6	4—14.

Hiernach kann man sagen, dass ungefähr 11, oder von der entschieden eine Ausnahme bildenden Leiche E abgesehen, durchschnittlich 12 Klappen persistiren, und zwar am Fusse 3, am Unterschenkel 4, am Oberschenkel 5. Da sich die Länge von Crus: Femur verhält wie 4:5, so ist das Eingehen der Klappen, in der Saphena, vom Fusse abgesehen, ein ziemlich gleichmässiges, vgl. jedoch unten.

Kinder:

Leiche	Länge	Seite	Fuss	Unterschenkel	Oberschenkel	Summe
			Zahl der Klappen.			
I	59	r.	3	5	6	14
I		l.	3	3	5	11
L	63		4 +?	2	7	13 +?
H	80		2	6	8	16
D	81		4	4	6	14
	Mittel:		3,2	4	6,4	13,6
	Grenzen:		2—4	2—6	5—8	11—16.

[1]) Spirituspräparat vom Jahre 1878.

Man sieht, die Zahlen sind im Einzelnen und im Ganzen grösser, als beim Erwachsenen. Besonders stark ist der Unterschied am Oberschenkel. Das deutet darauf hin, dass die Klappen am Unterschenkel schon früh dem Druck der auf ihnen lagernden Blutsäule erliegen.

V. capitalis brachii.

Dieselbe ist nicht so constant, wie die ihr entsprechende Saphena. An den Leichen F und H war die Cephalica humeri die Fortsetzung der Cephalica antibrachii.

Bei G reichte die Zeichnung nicht aus, um den ganzen Oberarm zu übersehen. Ferner ist die obere Grenze dieser Vene schwer bestimmbar.

Erwachsene:

	Leiche	Seite	Unterarm	Oberarm	Summe
	A		6	6	12
	B	r.	7	4	11
	B	l.	6	6	12
	E	r.	5	4	9
	E	l.	6	4	10
	F	r.	3	(ceph. 8)	
	F	l.	2	(ceph. 7)	
	G	r.	3	—	
	G	l.	5	—	
	Mittel:		4,8	4,8	10,8
	Grenzen:		2—7	4—6	9—12.
Für die ersten 5 Fälle:			6	4,8	10,8.

Hiernach scheinen am Unterarm mindestens soviel Klappen zu persistiren, wie am Oberarm. Ferner ist die Zahl der bleibenden Klappen, in der Capitalis grösser, als in dem entsprechenden Abschnitte der Saphena, nämlich 10,8 gegen 8 im Mittel, — oder 9—12 gegen 2—11.

Bei dem Kinde I fanden sich am Unter- und Oberarm je 8, im Ganzen also 16 Klappen. Auch diese Zahl übertrifft das Maximum für das entsprechende Stück der Saphena beim Kinde: 14 (Leiche H), während an derselben Leiche (I) unten: rechts 11, links 8 Klappen persistirten.

V. tibiales antt. (lat. u. med.)

Auf eine Länge von 200, 230, 275, 315 mm kommen hier

an den Leichen A, B und E: 9—12 Klappen, im Mittel aus 6 Beobachtungen 11.

V. femorales superficiales (ant. u. post.).

Länge der Vene: 180, 198, 281, 299, 205.

A ant. 5; post. 4 oder 5
B r. 5. l. 5 (major)
E r. 1. l. 4
F r. 5. l. 5

Mittel aus 8 Fällen: 4—5.
Grenzen: 1—5.

V. profunda femoris (major).

A Länge 238. 4 Klappen.
B l. Länge 168. 1 Klappe.

V. poplitea (major).

B r. 1. l. 1
E r. 1.
F r. 1. l. 0
Kind I. r. 1. l. 1
— K. r. 1. l. 1.

Also eine, eventuell auch keine Klappe.

V. saphena parva.

A 10.
B r. 10. l. 9.

Also 9—10 Klappen.

V. tibiales postt. (med. u. lat.).

A. lat. 16. med. 15.

B. 9 Klappen auf einen Theil von 240 mm, in der lateralen und der vordersten, 14 Kl. in der innersten.

Das ergibt gegen 15 Klappen für die ganze Vene.

V. iliaca externa.

Besitzt gewöhnlich eine Klappe am Lig. inguinale externum und eine unter der Einmündung der Hypogastrica.

Wegen der Brachiales (med., lat.), sowie der Radiales und Ulnares s. u.

II. Vergleich zwischen tiefen und oberflächlichen Venen.

Tiefe Venen.		Zahl der Kl.	Mittel	Oberflächliche Venen.	Mittel
Unterschenkel	Tib. ant.	9—12	11	Saph. m. 0—6	4
	— post.	14—16		— parva 9—10	
Oberschenkel	Femor. superfic.	5		Saph. m. 1—6	4,3
	— prof.	1—4			
Unterarm	Ulnaris	15		Capitalis 2—7	5
	Radialis	8,9		Basilica 7	
Oberarm	Brachialis .	5—8		Capitalis 4—6	5.
				Oberfl. Stück d. Ceph. 1—5	3.

Auf eine Berechnung des Verhältnisses zwischen Zahl der Klappen und Länge der Venen, wie Houzé de l'Aulnoit sie für 1 resp. 2 Individuen angestellt hat, verzichte ich hier, da m. E. die Beobachtungen dazu noch lange nicht zahlreich genug sind. Diese von dem genannten Autor gewonnenen mittleren Klappen-Distanzen haben, ganz abgesehen von dem ungenügenden Material, absolut keinen Werth, weder theoretisch, noch practisch. — Aus meinen eben mitgetheilten Zahlen geht bisjetzt soviel hervor, dass der Unterschied zwischen tiefen und oberflächlichen Venen in dieser Beziehung, wenigstens beim Erwachsenen kein durchgreifender ist, denn Femoralis profunda, Brachialis, wohl auch Peronea (MR. X), weichen von anderen tiefen Venen ebenso stark ab, wie die oberflächlichen dies thun — ebenso stark, wie Saphena parva und Basilica von anderen oberflächlichen Venen. Es sind dies eben alles secundäre Veränderungen, die von vielen Momenten abhängig sind. Beim Embryo und beim Kinde sind die Unterschiede erheblich grösser und können wir dort oberflächliche (primäre oder primitive) und tiefe (secundäre) Venen auch in dieser Beziehung scharf gegenüber stellen. Später kommt es mindestens ebenso auf die Lokalität, die Verlaufsrichtung, Nachbarschaft und last not least auf das Kaliber an. Für den Erwachsenen ist es weit richtiger zu sagen: weite Venen haben weniger, enge mehr Klappen, als dies auf den Unterschied zwischen tiefen und oberflächlichen zu beziehen. Insofern hatte Chassaignac ein gewisses Recht, die Zahl der Klappen als umgekehrt proportional dem Durchmesser der Vene anzusetzen.

Wahrscheinlich ist das Eingehen der Klappen in Folge übermässiger Ausdehnung auch der Grund, dass wir gewöhnlich in der Cava inferior und Jugularis interna keine Klappen antreffen. Ausnahmen habe ich jedoch bereits früher gelegentlich beobachtet. Sehr reich an Klappen sind stets die Begleitvenen am Unterschen-

kel und Unterarm. Wer sich schnell von ihrer dort manchmal überraschenden Menge überzeugen und die wirkliche Existenz der oben besprochenen Grunddistanz constatiren will, nehme eine Ulnaris, Radialis, Mediana (die wirkliche an der Arterie), Interossea — eine Tibialis antica oder postica. Selbst beim Erwachsenen wird man in diesen Venen ein oder einige Male die Grunddistanz finden.

III. Das Eingehen der Klappen an den Gelenken.

1. Kniegelenk.

a. Saphena magna.

Erwachsene.

Leiche	Klappenlose Strecke in mm	n	Klappen eingegangen:
A. l.	77	11	10
B. r.	62	9	8
— l.	141	20	19
C. r.	77	10	9
— l.	189	27(25)	26(24)
E. r.	442	62	61
— l.	445	63	62
F. r.	125	18	17
— l.	94	14	13
Mittel		22,5	21—22.
Abgesehen von E:		12,5	11—12.
Grenzen:		9—27(25); E 63.	

Kinder.

Leiche	cm	Klappenlose Strecke in mm	n	Eingegangene Klappen
I.	59	r. 38	19	18
—		l. 35—36	18	17
L.	63	45	22	21
H.	80	23,5	8	7
D.	81	32	11	10
		Mittel:	15,6	14—15.
		Grenzen:	8—22	7—21.

Vergleicht man die Zahlen für n bei Erwachsenen und bei Kindern sowohl unter sich als mit denen der anderen Kategorie, so findet man, dass hier wenig Regelmässigkeit herrscht. Schon bei dem jüngsten Kinde I waren mehr Klappen an dem Kniestücke der Saphena eingegangen, als z. B. bei den Erwachsenen A, B rechts, C rechts, F beiderseits. Allerdings treffen die Minima auf Kinder, die Maxima auf Erwachsene.

Ausserdem sind auch in diesem Puncte, wie ja überhaupt, die Differenzen zwischen rechts und links oft noch bedeutender, als diejenigen zwischen verschiedenen Individuen oder zwischen Kindern und Erwachsenen.

b) Poplitea.

Wie oben mitgetheilt wurde, besitzt diese Vene in ihrem ganzen Verlaufe von ca. 200 mm nur eine, manchmal gar keine Klappe.

2) Fussgelenk.

Saphena magna.

Erwachsene:

Leiche		Klappenlose Strecke in mm	n	Klappen eingegangen:
A.	l.	208	30	29
B.	r.	41	6	5
—	l.	133	19	18
C.	r.	187	25	24
—	l.	107	15	14
E.	r.	366	52	51
—	l.	ca. 170	24	23
F.	r.	244	37	36
—	l.	133	20	19
Mittel:			25,6	24—25
Abgesehen von E:			22	21
Grenzen:			6—37; E. 52	

Kinder:

		Klappenlose Strecke in mm	n	Klappen eingegangen:
I.	r.	48	24	23
—	l.	56	28	27
L.	r.	54	27	26
D.	l.	92,5	31	30
H.	r.	14	5	4
Mittel:			22	21
Grenzen:			5—28	

Mit Ausnahme von H, wo überhaupt sehr viele Klappen persistirten, findet sich eine kleine Zunahme der eingegangenen Klappen mit dem Wachsthum. Im Ganzen zeigen aber auch diese Zahlen, wie sehr individuelle Schwankungen und die Verschiedenheiten auf den beiden Körperseiten den Einblick in die hier schliesslich doch wohl zu Grunde liegende Gesetzmässigkeit stören können.

3) Hüftgelenk.

In der Leistenbeuge liegt meist eine Klappe; dann folgt eine klappenlose Strecke bis zur Einmündung der Hypogastrica (vgl. oben).

4) Ellenbeuge.

a) Capitalis.

Erwachsene:				Kinder:		
		mm	n		mm	n
A.	l.	112	20	H.	54	23
B.	r.	77	14	I.	18	11
—	l.	76	14			
E.	r.	101	19			
—	l.	136	25			
F.	r.	124	24			
—	l.	217	42			
G.	r.	115,5	21			
—	l.	88,8	16			
Mittel ohne E:			21,6			
		E:	23.			

b) Die klappenlose Strecke der Cephalica humeri über der Ellenbeuge beträgt bei den Leichen B, E, F und G 150—235, im Mittel etwa 200 mm.

5) Axel.

Eine constante Klappe unter der Einmündung der Subscapulares. Im Uebrigen grosse klappenlose Strecken.

Aus dem Obigen geht hervor, dass bereits bei Kindern, bei Erwachsenen meist in noch höherem Grade, eine grosse Anzahl von Klappen an und besonders über den Gelenken eingeht. Unterhalb der Gelenke pflegen, wie das ja nicht unbekannt ist, und aus meinen Protokollen bestätigt werden kann, mehrere Klappen in kürzeren Distanzen zu persistiren. Vermuthlich sind diese Klappen in Folge andauernder oder wiederholter Compressionen der Venen in den Gelenkbeugen gegen den Rückstrom des Blutes relativ geschützt, während gleichzeitig, bei der ja gleichfalls stattfindenden Compression der Arterie, die Vis a tergo erheblich geschwächt werden muss.

IV. Geradliniger Verlauf der grossen Venen.

Als Beispiel hierfür stelle ich einige an der Saphena gemachte Messungen zusammen:

Erwachsene:

		Länge der Vene	Luftlinie	Differenz (Umweg)	in %
A.		840	785	55	6,5
B.	r.	825	795	30	3,6
B.	l.	818	788	30	3,6
C.	r.	820	805	15	1,8
E.	l.	818	788	30	3,7
F.	r.	735	715	20	2,7
				Mittel:	3,7

Bei dem Kinde D: 307—308. 305. 2—3 mm Umweg = $^2/_3$—1 %. An der Capitalis brachii betrug der Umweg in 2 Fällen: 4,6 und 5,5 %.

Die Venen sind im Allgemeinen bei Kindern, noch mehr bei Embryonen, geradliniger als bei Erwachsenen.

V. Anzahl der Klappen-Anlagen[1]).

1) Obere Extremität.

Capitalis brachii.

A. 110 — x + 5: unter 110
B. r. 86 + 10 — x: über 96
— l. 95 + 7 + x: über 102
E. r. 85 + 14 + x: über 99
— l. 97 + 7(+?) = 104
F. r. 106
— l. 104.

2) Untere Extremität.

Saphena magna, (excl. Fuss).

A. 114 — 11 = 103
B. r. 119 — 9 = 110
— l. 118 — 2 — 6 = 110
C. r. 121 — 2 — 9 = 110

[1]) Vgl. die Protokolle. Die erste der hier folgenden Zahlen ist die dort angegebene Summe, welche um die, Hand, Fuss oder Axilla betreffenden Ziffern vermindert resp. vermehrt werden musste.

C.	l.	121	—	8	—	5	=	108
D.	l.	102						
E.	r.	120	—	6	—	3	=	111
—	l.	127	—	13	—	3	=	111
F.	r.	114	—	5	—	4	=	105
—	l.	112	—	7			=	105
H.	r.	110	—	7			=	103
I.	r.	128	—	23			=	105
—	l.	137	—	13	—	23	=	101.

Wohl in Folge von Beobachtungsfehlern schwankt die Zahl der Klappen-Anlagen zwischen 101 und 111. Das Mittel aus allen Zahlen ist 106, gleichzeitig die Mitte zwischen Minimum und Maximum. Sowohl für Kinder wie für Erwachsene, für die obere wie für die untere Extremität ist die Anzahl der Klappen-Anlagen sonach 106, vielleicht etwas mehr oder weniger.

Ueber

die Leitung der Pollenschläuche bei den Angiospermen.

Von

Moritz Dalmer.

Hierzu Tafel XXIII—XXV.

Einleitung.

Bei der Befruchtung der Angiospermen handelt es sich, wie bekannt, im Wesentlichen um folgende drei Fragen: erstens wie kommen die Pollenkörner auf die Narbe des weiblichen Geschlechtsapparates? auf welche Weise dringt dann ihr Inhalt bis zu den in die Fruchtknotenhöhle eingeschlossenen Eichen hinab? und wie verhält sich schliesslich dieser Inhalt als befruchtender Stoff im Innern des Eichens selbst?

Die erste Frage ist in der Neuzeit in zahlreichen Arbeiten über die Bestäubung der Gewächse ausführlich erörtert worden, und die dritte, wichtigste, das eigentliche Wesen der Befruchtung betreffende, hat erst vor einiger Zeit Strasburger einer eingehenden Untersuchung unterworfen [1]).

Was die zweite Frage anlangt, auf welche Weise der Inhalt der Pollenkörner zu den Eichen gelangt, so ist seit geraumer Zeit im Allgemeinen bekannt, dass die Pollenkörner auf der Narbe Schläuche treiben, welche den befruchtenden Stoff mit sich führend hinab zu den einzelnen Eichen wachsen, und dass diese daselbst durch die Mikropyle hindurch leicht zu der zu befruchtenden Eizelle gelangen. In der letzten Zeit haben ausserdem Strasburger [2]) und Elfving [3]) festzustellen gesucht, in welcher Form

---

[1]) Ueber Befruchtung und Zelltheilung. Jena 1878.

[2]) l. c. p. 23 u. 24.

[3]) Studien über die Pollenkörner der Angiospermen. Jenaische Zeitschr. f. Naturw. XIII. 1879.

und in welcher Weise der Inhalt der Pollenkörner in diese Schläuche bei ihrer Bildung eintritt und in den Fruchtknoten hinabgeführt wird.

Dagegen mangelt es noch vielfach an einer klaren Vorstellung über den Weg, auf welchem die Pollenschläuche von der Narbe bis in die oft weit von dieser entfernten im Innern des Fruchtknotens oft sehr ungünstig gelegenen Mikropyle gelangen; es ist noch nicht hinreichend klar, warum die Pollenschläuche überhaupt diesen bestimmten Weg in der oft sehr weiten Fruchtknotenhöhle einschlagen und warum sie gerade in die enge, winzige Mündung der Ovula so leicht gelangen, woher und wie schliesslich bei dieser langen Wanderung das oft in grosser Menge nothwendige Cellulosematerial zur Schlauchbildung bezogen wird, das heisst wie die Pollenschläuche sich ernähren.

Auf alle diese Punkte bezieht sich die vorliegende Arbeit. Zu ihr wurde ich von meinem verehrten Lehrer, Herrn Hofrath Strasburger angeregt. Ich sage ihm hierfür sowohl als auch für die Unterstützung während der Ausführung dieser Untersuchungen meinen besten Dank.

Die Frage, auf welchem Wege der befruchtende Stoff bei den Angiospermen zu dem Ovulum gelangt, ist bereits oft gestellt worden; sie drängte sich schon zu einer Zeit dem Beobachter auf, als die Thatsache, dass die Pollenkörner auf der Narbe Schläuche treiben, noch gar nicht erkannt war, als man noch eine „aura seminalis“ annahm, welche von der Narbe bis zu den Eichen hinabsteigen sollte.

Gleichen[1]) und Hedwig[2]) waren die ersten, die bei den Cucurbitaceen ein besonderes Zellengewebe auf der Oberfläche der Placenta beobachteten, welches sich von der Narbe bis zu den Eichen erstreckt. Sie deuteten es ganz richtig als Leitgewebe des befruchtenden Stoffes und nannten es „conductor fructificationis.“

Mirbel[3]) dagegen und ebenso C. F. Gärtner[4]), betrachteten die Spiralgefässe der Gefässbündel als „conducteurs de l'aura

---

[1]) Nouv. déconv. de règne végét. II, 31.

[2]) Sammlung v. Abhandl. u. Beobachtungen über botanisch-ökonomische Gegenst. II, 121. 1793.

[3]) Précis d'un mémoire sur l'anatomie des fleurs Ann. d. mus. d. Hist. nat. IX. 1807.

[4]) de fructibus et seminibus plantarum. Introd. 43.

seminalis", ein Irrthum, welcher verzeihlich ist, weil man, wie schon erwähnt, damals die Form noch nicht kannte, in welcher die befruchtende Materie zu den Eichen hinabsteigt.

Gegen diese Ansicht trat später Brogniart[1]) entschieden auf und wies zum ersten Mal mit Bestimmtheit bei verschiedenen Pflanzen ein selbständiges Leitgewebe nach.

Eine sichere Basis für die Beantwortung dieser Fragen wurde jedoch erst 1830 durch Amici's erfolgreiche Beobachtungen[2]) geschaffen, durch welche in der Gestalt des Pollenschlauches die Form entdeckt wurde, in welcher die befruchtende Materie von der Narbe zu der Mikropyle hinabsteigt. Nun begegnen wir in der damals plötzlich ausserordentlich anschwellenden Literatur über Befruchtung einer Reihe von Notizen über verschiedene Formen des Leitgewebes, welche immer deutlicher erkennen liessen, dass ein besonderes Gewebe überall die Führung des Pollenschlauches übernimmt.

Schleiden[3]) konnte bereits 1846 über dasselbe ganz allgemein sagen: „Auf dem Stigma bildet es sich ganz oder zum Theil zu Papillen um, ebenso zuweilen in dem Canal des Staubwegs, wenn dieser deutlich hohl ist, und oft auch in der Fruchtknotenhöhle längs des Samenträgers bis zu den Samenknospen, wo die Papillen häufig zu langen Haaren auswachsen. Alle diese Papillen sondern gewöhnlich zur Zeit der völligen Ausbildung des Stempels eine klebrige, Gummi und Zucker haltende Substanz, die Narbenflüssigkeit, ab. Eine ähnliche Substanz wird häufig in die Intercellulargänge der unmittelbar unter dem Epithelium der Narbe und des Staubwegs liegenden Zellenschichten abgesondert, und zwar oft in solcher Menge, dass die einzelnen Zellen völlig aus ihrem Verbande getrennt werden und ziemlich locker in dieser schleimigen, dickflüssigen Substanz eingebettet liegen. Leicht ist dieser Process z. B. bei den Orchideen und Onagreen zu verfolgen. Das gesammte Epithelium, sobald es papillös geworden, sowie das lockere Zellgewebe sammt der abgesonderten Substanz nennt man das leitende Zellgewebe (tela conductrix, conductor fructificationis Horkel, tissu conducteur Brogniart)."

Eine vergleichende anatomische Untersuchung dieses Gewebes

---

[1]) Die Zeugung und Entwickelung des Embryo in den phanerogamischen Pflanzen. R. Brown's vermischte Schriften. Hrsg. v. Nees v. Esenbeck. IV. 1830.

[2]) Ann. d. scienc. nat. 1830.

[3]) Grundzüge der wissensch. Botanik. II, 322. 2. Aufl.

hat lange Zeit gefehlt und wurde erst vor einigen Jahren in Angriff genommen.

Reinke[1]) beschrieb zuerst in einer kurzen Mittheilung den anatomischen Bau der Narbe und berücksichtigte auch das Verhalten des Pollenschlauches auf derselben.

Doch erst Behrens[2]) untersuchte in eingehender Weise die Anatomie des Griffels und der Narbe und kam gestützt auf eine Reihe werthvoller Beobachtungen zu klaren Vorstellungen über die Art und Weise, wie der Pollenschlauch sich zum Narben- und Griffelgewebe verhält. Er sagt hierüber p. 36: „Es ist ja schon länger bekannt, dass der Pollenschlauch das Narbengewebe durchdringt um in den Griffel zu gelangen. Das Narbengewebe, welches sich schon durch sehr schwache Macerationsmittel, bisweilen sogar durch destill. Wasser in die einzelnen Längsreihen auflöst, ist in der That zu einem derartigen Durchwachsen im höchsten Grade geeignet. Die Zartheit des ganzen Gewebes setzt nur einen geringen Widerstand entgegen, und durch die Elasticität der Längsreihen werden dieselben ihrer ganzen Länge nach an den Pollenschlauch angedrückt, so dass dieser einmal eingedrungen, vor äusseren Einflüssen geschützt ist."

Hinsichtlich des Griffels kommt er zu folgenden Vorstellungen p. 22: „Bei denjenigen Pflanzen, welche keinen Griffelkanal besitzen, muss der Pollenschlauch natürlich sich durch das Griffelgewebe hindurchdrängen; das leitende Gewebe wird seines lockern Baues wegen für ein derartiges Hindurchwachsen der passendste Ort sein. Es steht hiermit im Zusammenhange, dass die Längswände der Zellen leicht von einander zu trennen sind, während die Querwände eine viel bedeutendere Tenacität besitzen. Ist ein Griffelkanal vorhanden, so haben die äussersten Schichten des leitenden Gewebes auch die Aufgabe flüssige, und zwar klebrige und schleimige Substanzen zu seceriren, welche die Canalwandungen überziehen, und welche dann den Pollenschlauch an den Wänden durch Adhäsion zum Ovarium hinableiten."

Vor kurzem hat schliesslich Capus[3]) eine Arbeit veröffentlicht über die Anatomie des gesammten Leitgewebes. Er hat

---

[1]) Bau der Narbe. Nachrichten d. königl. Gesellsch. d. Wissensch. etc. zu Göttingen 16. Sept. 1874.

[2]) Untersuchungen über den anatomischen Bau des Griffels und der Narbe einiger Pflanzenarten. Göttinger Dissertation 1875.

[3]) Anatomie du tissu conducteur. Annal. d. scienc. nat. Botanique 6 Série VII. 1878.

ausser der Narbe und dem Griffel auch das Ovarium in den Bereich seiner Untersuchungen gezogen, die verschiedenen Zellenformen beschrieben, welche die Placenta bedecken und die Entwickelungsgeschichte dieses Gewebes eingehend studirt.

In Bezug auf die Leitung der Pollenschläuche kommt er zu der Ansicht, dass in den meisten Fällen keine besonderen Einrichtungen existiren, welche den Eintritt des Pollenschlauches in die Mikropyle erleichtern; das Leitgewebe erstrecke sich meist nicht bis an dieselbe und der Pollenschlauch habe ohne Leitung in sie hineinzuwachsen, so dass man nur vermuthen könne, dass sein Eintritt durch physikalische Ursachen bestimmt werde.

„Il y a là un phénomène physiologique non déterminé qui engage le boyau pollinique à dévier de son chemin pour atteindre son but, comme le font certaines zoospores qui s'agitent dans le zoosporange afin d'en percer la paroi en un point déterminé [1])".

Hinsichtlich der Ernährung der Pollenschläuche scheint Capus der Ansicht zu sein, dass dieselben zu diesem Zwecke die Zellen der Placenta wie Parasiten aussaugen [2]), als Secretionsorgane, wie es Schleiden gethan, scheint er diese Papillen wenigstens nicht ganz allgemein aufzufassen, sondern er sagt an einer Stelle seiner Arbeit p. 248: „La gélification partielle ou totale des parois du tissu conducteur est beaucoup plus prononcée dans le style et sur le stigmate, pour des raisons qui sont probablement en rapport avec le mode d'imprégnation de ce dernier."

Beobachtungen.

Die nachfolgenden Beobachtungen wurden zum grössten Theil an Alkoholmaterial angestellt aus der reichhaltigen Sammlung des botanischen Instituts zu Jena, und zwar nach der von Strasburger bereits öfters angegebenen Methode [3]). Vielfach wurde jedoch frisches Material zur Vergleichung hinzugezogen.

Was die Reihenfolge anlangt, in welcher ich meine Beobachtungen mittheilen werde, so gehe ich, da es sich um einen complicirten physiologischen Vorgang handelt, von möglichst einfachen Fällen aus, welche die Momente, auf die es bei diesem Vorgange ankommt, am leichtesten erkennen lassen; erst allmählich steige ich zu den verwickelteren Fällen empor.

[1]) l. c. p. 240.
[2]) l. c. p. 215 u. 261.
[3]) Zuletzt in den „Angiospermen und Gymnospermen" p. 1. 1879.

I.

Bei den Gymnospermen sind die Einrichtungen, welche die Pollenschläuche zu den Archegonien leiten, sehr einfach, da der Weg zu denselben ein directer und meist sehr kurzer ist. Die Pollenkörner gelangen hier bekanntlich gleich auf den Nucellus, dessen Gewebe bis zu den Archegonien gewöhnlich gelockert ist und sich in jeder Beziehung für die Leitung der Pollenschläuche besonders eignet. So sagt Strasburger[1]) von Abies canadensis:

„Der Weg zu den Corpuskeln wird den Pollenschläuchen durch das Gewebe der Kernwarze vorgezeichnet; dasselbe ist in seinen mittleren Partieen über dem Scheitel des Embryosackes anders differenzirt als an den Seiten, es ist gestreckter, protoplasmareicher und in Folge dessen, wie der Augenschein lehrt, besonders geeignet den Pollenschlauch zu führen. Der Pollenschlauch wird auf diese Weise bis über die Halszellen eines Corpuskulum geleitet."

Erwähnenswerth ist noch, dass bei Welwitschia die Corpuskula zu langen Schläuchen in den Nucellus hineinwachsen und so den Pollenschläuchen entgegenkommen[2]).

Die gleiche Einfachheit wie die Gymnospermen zeigen die Loranthaceen, wenn man sie rücksichtlich ihres Leitapparates mit den ersteren vergleicht. Natürlich handelt es sich hier nur um Analogieen, da die Loranthaceen in verwandschaftlicher Beziehung den Gymnospermen sehr fern stehen.

Bei Viscum album ist der Fruchtknoten ein compacter Gewebekörper, der 2—4 Embryosäcke enthält. Ueber denselben bis zur Narbe hinauf ist das Gewebe einfach ebenso für die Leitung der Pollenschläuche differenzirt, wie das Nucellargewebe bei den Gymnospermen über den Archegonien. Es ist gestreckter und protoplasmareicher als das rings an den Seiten liegende, durch starkgequollene Wände ausgezeichnet und mechanisch leicht spaltbar.

Bei Loranthus bicolor wachsen sogar die Embryosäcke wie bei Welwitschia die Archegonien bis zur Narbe hinauf den Pollenschläuchen entgegen. Dass wir es jedoch hier mit morphologisch verschiedenen Dingen zu thun haben, die sich aber einer ähnlichen physiologischen Funktion angepasst haben, hat schon Strasburger hervorgehoben[3]).

---

[1]) Die Befruchtung der Coniferen. 1869. p. 7.

[2]) Vgl. Strasburger, Coniferen u. Gnetaceen. 1872. p. 95.

[3]) Coniferen und Gnetaceen. p. 97.

II.

Der Weg, den die Pollenschläuche in dem Fruchtknoten der Angiospermen zurücklegen müssen, um zu ihrem Ziel zu gelangen, ist zunächst von der Lage der Mikropyle abhängig. Dieselbe wird aber durch die Insertion und Krümmung der Ovula bestimmt. Daher haben wir auf diese beiden Punkte besonders unser Augenmerk zu richten.

Am günstigsten für den Eintritt des Pollenschlauches liegt die Mikropyle natürlich dann, wenn sie dicht am Grunde des Griffels sich befindet. Bei eineiigen Ovarien ist das sehr häufig der Fall. Polygonum divaricatum diene als Beispiel.

Die Fruchtknotenhöhle wird hier von dem einzigen basal inserirten atropen Ovulum ziemlich vollständig ausgefüllt (Fig. 1). Dasselbe wird von zwei Integumenten umgeben, von denen das äussere in seiner ganzen Ausdehnung gleich stark bleibt und der Hauptsache nach dreischichtig ist, während das innere zweischichtige oben an der Mikropyle durch seitliche Streckung der Zellen der inneren Schicht anschwillt und das äussere überragend sich an die Fruchtknotenwand fest anlegt (Fig. 2)[1]. Dadurch wird rings um die Mikropyle herum ein fester Verschluss gebildet. Ausserdem ragt noch in dieselbe das zu einem gemeinsamen Strang vereinigte Leitgewebe der 3 Griffel zäpfchenartig hinein, so dass nach alledem dem Pollenschlauch die Richtung auf die kleine zwei Zellen hohe Kernwarze gleichsam aufgezwungen wird.

Bei Daphne Mezereum ist die Lage der Mikropyle ebenso günstig wie bei Polygonum; sie wird jedoch durch eine andere Insertion und Richtung des Ovulums bedingt. Dasselbe entspringt nämlich aus der Carpellnaht nahe dem Gipfel des Ovars, hängt in dessen Höhlung herab und ist anatrop (Fig. 3). Es wird von zwei Integumenten umschlossen, von denen das innere das äussere überragt, an seinem oberen Rande sehr anschwillt und durch festes Anlegen an die Fruchtknotenwand einen Verschluss bildet ganz in derselben Weise wie bei Polygonum. Das in Folge seiner stark gequollenen Wände sofort in die Augen fallende Leitgewebe ragt ziemlich weit in die Mikropyle hinein (Fig. 4).

Im Gegensatz zu den eben behandelten Fällen liegt bei den Compositen, deren Fruchtknoten auch nur ein Eichen birgt, die Mikropyle weniger günstig. Sie ist der Basis des Fruchtknotens

---

[1]) Nach einem Präparate des Herrn Hofrath Strasburger mit gütiger Erlaubniss gezeichnet.

zugekehrt, so dass die Pollenschläuche die ganze Länge desselben durchwachsen müssen, um zu ihr zu gelangen.

Senecio Doria ist ein günstiges Object, um sich über den Weg zu orientiren, den sie dabei einschlagen. Das an der Basis inserirte anatrope Ovulum füllt den Fruchtknoten vollständig aus (Fig. 5), und es ist daher leicht, günstige Querschnitte durch denselben zu erhalten. Dieselben lehren zunächst schon bei schwacher Vergrösserung betrachtet, dass sowohl rechts als links von der Mediane des Ovulums je ein heller, das Licht stark brechender Gewebekörper von der Spitze bis zur Basis an der Fruchtknotenwand hinabläuft (Fig. 7) [1]. Nähere Untersuchung zeigt, dass hier die Fruchtknotenhöhle statt von weiten, hauptsächlich farblosen Zellsaft enthaltenden Epidermiszellen von einer Gruppe enger, dicht mit plasmatischen Stoffen erfüllter Zellen ausgekleidet wird (Fig. 10 u. 11), die in einer homogenen Masse eingebettet liegen, in welcher an Alkoholmaterial keine Schichtung zu erkennen ist. Diese Zwischenmasse, welche jedenfalls als ein Secret der eben geschilderten Zellen anzusehen ist, verändert sich mit Chlorzinkjodlösung behandelt nicht, während die die einzelnen Zellen umgebenden Cellulosemembranen bei dieser Behandlung durch ihre blaue Farbe deutlich hervortreten. Der ganze Gewebekörper wird übrigens ebenso wie die seitlich sich anschliessenden Epidermiszellen nach der Frucktknotenhöhle zu von einer dünnen Cuticula bedeckt (Fig. 11 c) und ist, da unter derselben die Bildung des Secrets hauptsächlich stattfindet, nach eben dieser Richtung hin ein wenig hervorgewölbt, so dass die Cuticula hier meist dicht an das Ovulum angepresst wird (Fig. 10). Diese Zellengruppen entstehen nach Capus [2]) einfach durch tangentiale Theilung mehrerer Epidermiszellen und die homogene Zwischenmasse findet sich in gleicher Weise ziemlich häufig in dem Leitgewebe der Griffel, so z. B. bei den Labiaten, Geraniaceen u. a. [3]). Man nimmt gewöhnlich an, dass diese Masse durch Verschleimung der äusseren Schichten der Zellwände entstehe. Indessen der Begriff „Ver-

---

[1]) Diesen Bau des Compositenfruchtknotens hat schon Rob. Brown (Vermischte Schrift. II, 521) beschrieben, ohne jedoch gemäss dem damaligen Stande der Wissenschaft über die Deutung des Gesehenen völlig klar zu sein. Capus beschreibt (l. c. p. 225) das Leitgewebe von Grindelia, jedoch nicht vollständig und nicht genau.

[2]) l. c. p. 225.

[3]) Vgl. die Abbildungen von Capus pl. 21 fig. 13, pl. 22 fig. 7 u. 8, pl. 23 fig. 5.

schleimung" ist ein ziemlich unbestimmter, und es wird erst eine genauere Untersuchung der vorliegenden Fälle entscheiden können, ob diese Masse durch chemische Umwandlung der Celluloseschichten entsteht und welcher Art diese chemische Umwandlung ist, worin mit einem Worte die Verschleimung eigentlich besteht.

Das Leitgewebe im Griffel von Senecio zeigt das gleiche Bild, wie dasjenige im Griffel der Labiaten u. a., nur durchzieht ein schmaler Spalt dasselbe, dessen Ränder die Reaction der Cuticula angeben (Fig. 6 u. 9). Die beiden Leitstreifen, wie wir die oben geschilderten Gewebekörper im Innern des Fruchtknotens nennen wollen, liegen demnach im Griffel fest aneinander und weichen erst in der Fruchtknotenhöhle auseinander, um rechts und links von der Mediane des Ovulums bis in den Grund des Ovariums hinabzusteigen. Daselbst gehen sie ineinander über und zwar direct unter der dem Boden der Fruchtknotenhöhle sehr nahe gelegenen Mikropyle. Dieselbe ist spaltenförmig und wird von dem wenig ausgegliederten Funikulus und dem einzigen mit diesem seitlich verwachsenen Integument des Ovulums gebildet (Fig. 5 u. 8). Indem jedoch die an die Mikropyle angrenzenden Funikuluszellen ebenso wie die Zellen der Leitstreifen im Fruchtknoten Schleim bilden, wird die Spalte ganz ausgefüllt und die Cuticula, welche die Funikuluszellen nach der Mikropyle zu überzieht, an die Integumentzellen fest angepresst (Fig. 12). Es zieht sich so von dem Boden des Fruchtknotens hinauf bis zum Embryosackscheitel ein Schleimstrang, der auf günstigen Längsschnitten in seiner ganzen Ausdehnung leicht zu beobachten ist. Dieser Bau der Mikropyle hat übrigens vielleicht die Bemerkung von Rob. Brown verursacht, dass „die Häute, d. h. die Integumente, bei den Compositen undurchbohrt zu sein schienen", eine Mikropyle also fehle [1]).

Die eben geschilderte Structur des Griffels und der Mikropyle drängt uns nun zu folgenden Ansichten:

1) Dass die beiden Gewebestreifen im Fruchtknoten rechts und links von der Mediane des Ovulums mit Recht Leitstreifen genannt werden können, d. h. dass sie die Pollenschläuche zu leiten haben.
2) Dass die Pollenschläuche in dem von der Narbe bis zum Embryosack hin ununterbrochen gebildeten Secret geführt werden und dass sie wahrscheinlich aus demselben die Stoffe zur Cellulosebildung bei ihrem Wachsthume beziehen.

[1]) Vermischte Schriften IV, 95.

Die beiden Leitstreifen in der Fruchtknotenhöhle secerniren besonders auf ihrer Oberfläche, und hier, direct unter der Cuticula, werden die Pollenschläuche auch jedenfalls ihren Weg nehmen, um zum Funikulus hinabzugelangen.

Interessant bei diesem Beispiele ist, dass der Mikropyle von zwei Seiten Pollenschläuche zugeführt werden können, obgleich schliesslich nur einer zur Befruchtung nothwendig ist.

Schliesslich möchte ich noch kurz auf die Plumbagineen eingehen wegen der sehr merkwürdigen Richtung des Ovulums, welche sich in dieser Familie zeigt. Der Leitapparat ist hier schon oft beschrieben worden[1]). Das Ovulum ist anatrop und seine Mikropyle dem Griffel zugekehrt. Diese Lagerung wird jedoch nicht wie bei Daphne dadurch verursacht, dass das Eichen am Gipfel des Ovariums inserirt ist, sondern dadurch, dass dasselbe an einem langen an der Basis des Fruchtknotens befestigten, zwei Mal umgebogenen Funikulus hängt (Fig. 14, vgl. auch d. Abbild. von Payer, Organogénie comparée de la fleur Atlas pl. 153); dabei läuft der Funikulus seitlich an der Mikropyle vorbei und nicht etwa sie bedeckend darüber hinweg, wie es bei den Cacteen der Fall ist (vgl. Fig. 59). Da die Mikropyle meist nicht die Spitze des Ovariums erreicht, sondern z. B. bei Statice Gmelini nur in halber Höhe des ziemlich lang gestreckten Fruchtknotens liegt (Fig. 13 u. 14), wächst von der Insertionsstelle der 5 Griffel (Fig. 13) gewöhnlich ein Gewebezapfen bis zur Mikropyle herunter, den Mirbel „embolus" genannt hat (Fig. 14). Derselbe besteht in seiner mittleren Partie aus Leitgewebe (Fig. 16), welches durch seine stark gequollenen Wände sich wieder sofort zu erkennen gibt und durch Verschmelzung der fünf an der Spitze des Fruchtknotens noch getrennten Leitstränge der fünf Griffel (Fig. 15) entsteht. Dieser „embolus" legt sich dicht auf das trichterartig hervorgewölbte Endostom und nöthigt somit dem Pollenschlauch bei seinem Wachsthum die Richtung nach der Kernwarze auf.

Bei Plumbago larpentae soll nach Payer[2]) der „embolus" sehr unbedeutend entwickelt sein, dafür aber das innere Integument sich sehr stark röhrenförmig verlängern bis zur Berührung mit dem Leitzapfen.

---

[1]) Mirbel, über die Entwickelung des Pflanzeneies. (Rob. Brown's vermischte Schriften IV, 528). Schleiden, Grundzüge d. wissensch. Bot. 4. Aufl. 493.

[2]) Traité d'organogénie comparée de la fleur. Atlas pl. 153, Texte p. 615.

Die oben geschilderte, eigenthümliche Form des anatropen Ovulums ist bei den Sympetalen nur den Plumbagineen eigenthümlich, und selbst die nächstverwandten Familien derselben, die Primulaceen und Myrsineen, haben die gewöhnliche Form der anatropen Ovula mit kurzem Funikulus aufzuweisen.

Uebrigens lässt sich eine ähnliche Umbildung der Ovularform bei den Chenopodiaceen verfolgen, deren Ovarium ein kamptotropes Ovulum birgt. Hier verlängert sich nämlich z. B. bei Obione der Funikulus ebenso wie bei den Plumbagineen, so dass das Ovulum in die Fruchtknotenhöhle hinabhängt und die Mikropyle nach oben schaut, während bei Blitum und Spinacia der Funikulus kurz ist, so dass das Ovulum aufrecht steht und die Mikropyle nach unten fällt. Die Ovula von Atriplex sollen sogar zuweilen eine Mittelstellung zwischen beiden Extremen darbieten [1]).

Es wäre von Interesse zu untersuchen, ob in dieser Familie die Umbildung der Ovularform mit der Ausbildung des Leitapparates in irgend einem Zusammenhang steht.

III.

In den bisher behandelten Fällen, mit Ausnahme von Senecio, lag die Micropyle direct unter der Stelle, wo die Pollenschläuche in die Fruchtknotenhöhle eintreten. Es kommt jedoch sehr häufig vor, besonders bei einer Insertion und Krümmung des Ovulums, wie sie Daphne zeigte, dass die Mikropyle von dieser Stelle etwas seitlich abliegt.

Ricinus communis ist das günstigste Object, um schnell über die Art und Weise klar zu werden, in welcher der Pollenschlauch in diesem Falle in die Mikropyle geleitet wird. Das Ovarium dieser Pflanze ist dreifächerig, und in jedem Fache befindet sich ein anatropes, epitropes Ovulum, welches ganz wie bei Daphne oben an der Carpellnaht inserirt ist (Fig. 17). Der Griffelcanal theilt sich innerhalb des Fruchtknotens in 3 Canäle (Fig. 18 u. 19), welche in die 3 vorhandenen Ovarialfächer einmünden und zwar gleich über der Insertionsstelle des Ovulums, so dass der Pollenschlauch direct auf den Funikulus geleitet wird. Dieser ist auf seiner obern Seite höckerartig angeschwollen und dicht mit langen Papillen bekleidet, die sich schopfartig über die Mikropyle legen (Fig. 21). Dieselben enthalten, wie die Narbenpapillen, im frischen Zustand einen rothen Farbstoff, welcher durch Alkohol

[1]) **Eichler**, Blüthendiagramme II, 81.

ausgezogen wird. Dieser Haarschopf ist bei den Euphorbiaceen überall an der Insertionsstelle des Ovulums, wo der Griffelcanal einmündet, bis zur Mikropyle hin mehr oder weniger entwickelt [1]).

Bei Euphorbia helioscopia sind die Papillen dicht mit plasmatischen Stoffen und transitorisch mit grossen Stärkekörnern erfüllt (Fig. 23). Der Nucellus wächst hier weit in die Mikropyle hinein, fast bis zu deren oberen Rande, so dass die Papillen direct auf denselben stossen (Fig. 22 u. 23).

Bei Euphorbia loricata sind die Wände der Papillen sehr gequollen. Der Nucellus wächst hier nicht in die Micropyle hinauf, dafür hängen aber die Papillen weit in dieselbe hinein (Fig. 24 u. 25).

Der Fruchtknoten von Mercurialis annua ist zweifächerig, und jedes Fach wird von einem einzigen Ovulum ganz ausgefüllt. Die obere Seite des Funikulus ist auch hier mit Papillen bedeckt, die sich bis in das Exostom, d. h. bis in den von dem äussern Integumente gebildeten Theil der Mikropyle erstrecken (Fig. 26 u. 27). Der Nucellus reicht weit in das Endostom hinein. Bei Mercurialis perennis hingegen reicht er, wie bei Euphorbia helioscopia bis an den obern Rand des Exostoms hinauf.

Der Fruchtknoten von Linum usitatissimum ist aus 5 Fächern zusammengesetzt. In jedem Fache sind zwei anatrope, epitrope Ovula nebeneinander entwickelt; über der Mündung eines jeden befindet sich ein obturatorartiges mit Papillen bedecktes Gebilde, ebenso wie bei den Euphorbiaceen (Fig. 28 u. 29).

Bei Citrus Aurantium sind gegen 8 anatrope, hängende Ovula in jedem Fruchtknotenfache vorhanden. Auch hier sind über der Mikropyle eines jeden Eichens ausserordentlich lange Papillen entwickelt, die in ihrem Innern Stärkekörner führen [2]) (Fig. 30).

Bei Phytolacca decandra ist, wie schon Schleiden beschrieben hat [3]), der Funikulus ringsum wie von einem Kranze von Papillen an seiner Insertionsstelle umgeben. Das kamptotrope Ovulum ist nämlich apotrop, d. h. so gekrümmt, dass seine Mikropyle

[1]) Die Anschwellung des Funikulus oder der Placenta über der Mikropyle, welche den meisten Euphorbiaceen eigenthümlich und bekanntlich Obturator genannt wird, soll nach Payer und Baillon aus einem zweiten oberen abortiven Ovulum hervorgehen. Indessen weiss ich nicht, worauf man diese Deutung stützen könnte.

[2]) Crüger erwähnt diese Papillen bereits und rechnet sie zum Leitgewebe. (Bot. Ztg. 1851 Sp. 62.)

[3]) Nova Acta XIX. 1839 über die Entstehung des Embryos bei den Phanerogamen.

von der Stelle, wo das Leitgewebe in das Fruchtknotenfach einmündet, abgewendet ist (Fig. 31). Der Pollenschlauch muss also um den Funikulus herumgeleitet werden, um in die Mikropyle zu gelangen. Die Papillen reichen bis an die letztere heran (Fig. 32).

Wir sehen, dass in allen diesen Fällen die Mikropyle mit der Mündungsstelle des Leitgewebes in die Fruchtknotenhöhle in directer Verbindung steht, und zwar durch ein mehr oder weniger papillös entwickeltes Gewebe. Ueber die Art und Weise, wie dieses Gewebe die Funktion der Leitung und Ernährung der Pollenschläuche erfüllt, werden wir uns später an einer anderen Stelle eine Vorstellung zu bilden suchen.

IV.

Wir sind bereits im vorhergehenden Abschnitt zwei Mal auf den Fall gestossen, dass ein Fruchtknotenfach mehr als ein Ovulum umschloss (Linum, Citrus), sind aber über beide Beispiele schnell hinweggegangen. Dieser Fall ist jedoch ein bei den Angiospermen so verbreiteter, dass er eine eingehende Betrachtung verdient.

Als Ausgangspunkt derselben diene Mahonia Aquifolium. Der Fruchtknoten dieser Pflanze ist flaschenförmig und trägt einen kurzen Griffel mit einer schildförmigen Narbe (Fig. 33). Er ist einfächerig und umschliesst meist 4—5 am Grunde der suturalen Placenta befestigte Ovula (Fig. 36). Dieselben sind anatrop und apotrop und stehen aufrecht in der Fruchtknotenhöhle.

Auf der Narbe sind die Epidermiszellen zu einfachen Papillen entwickelt (Fig. 37) und ebenso auf der Wand, welche den kurzen Griffelcanal auskleidet. Wie schon Capus[1]) beschrieben, verfilzen sie sich hier derartig mit einander, dass sie ein lockeres Pseudoparenchym bilden.

Auf der Placenta, welche bei der Betrachtung von Querschnitten sofort in Folge ihrer Anschwellung nach der Fruchtknotenhöhle zu in die Augen fällt (Fig. 34, 35), sind die Epidermiszellen nur in dem obersten sich direct an den Griffelcanal anschliessenden Partieen zu ausgeprägten Papillen entwickelt (Fig. 34). Dieselben gehen weiter unten schnell in Zellen über, deren Wände nur ein klein wenig nach aussen hervorgewölbt sind. Dieselben unterscheiden sich jedoch deutlich von den übrigen Epidermiszellen der Innenseite des Carpellblattes durch ihre Kleinheit und ihren metaplasmatischen Inhalt (Fig. 38 u. 40).

[1]) l. c. p. 218.

Untersucht man diese Epidermiszellen der Placenta, wenn die Knospen ungefähr 3 bis 4 Millimeter hoch sind, so sind sie deutlich von einer Cuticula überzogen (Fig. 41), und die darunter liegenden Parenchymzellen sind zu gleicher Zeit dicht mit Stärke angefüllt. Auf späteren Zuständen verschwindet die letztere und die Cuticula wird wellenförmig von der Cellulosehaut abgehoben (Fig. 42). Bricht die Knospe schliesslich auf, so ist die Cuticula in einiger Entfernung von den Cellulosewänden noch deutlich nachzuweisen, zeigt unregelmässige Contouren und ist oft zerrissen. Die Placenta ist nun gerüstet zur Leitung und Ernährung des Pollenschlauches (Fig. 38).

Behandelt man die Präparate, welche den oben geschilderten Vorgang der Cuticulaabhebung zeigen, mit Chlorzinkjodlösung, so gewinnt man ganz die nämlichen Bilder, wie sie Hanstein in seiner grundlegenden Abhandlung „über die Organe der Harz- und Schleimabsonderung in den Laubknospen" publicirt hat [1]). Die Cuticula färbt sich gelb, die Cellulosewände blau, während die zwischen beiden allmählich gebildete amorphe Masse farblos bleibt. Man vergleiche besonders die Abbildungen, welche Hanstein von den Colleteren bei Viola veröffentlicht hat (Tafel XII Fig. 109—114), und man wird die Uebereinstimmung beider Vorgänge sofort bemerken. Die farblose Masse ist mithin jedenfalls ein nach den gebräuchlichen Reactionen nicht farbig reagirender, gummiartiger Körper, welcher sich wahrscheinlich vermöge seiner physikalischen Constitution zur Leitung und vermöge seiner chemischen Zusammensetzung zur Ernährung der Pollenschläuche ganz besonders eignet.

Die eben geschilderte Art der Secretion, welche Hanstein Collagenbildung nennt, hat Behrens neuerdings auch bei Nectarien beobachtet, bei Nigella arvensis, Cestrum (vgl. Tafel II, Fig. 2—7 und Fig. 8—10) [2]). In dem von diesen gebildetem Secret, in dem Nectar, treiben die Pollenschläuche aber, wie schon mehrfach beobachtet, unter Anderen auch von Schleiden [3]), ebenso ihre Schläuche,

[1]) Botanische Zeitung 1868. Nr. 43.

[2]) Die Nectarien der Blüthen Flora 1879 S. A. p. 52 u. f. u. 56 u. f.

[3]) Grundzüge d. wiss. Bot. 2te Aufl. II, 362. „Man kann sich fast von jeder Pollenart ächte Schläuche zur Beobachtung verschaffen, wenn man sie in den von einigen Pflanzen abgesonderten süssen Saft, z. B. in den Nectarspiegel der Kaiserkrone, den reichlichen Nectar der Hoja carnosa, oder zuweilen auch nur in gehörig concentrirtes Zuckerwasser oder diluirten Honig legt." „Auch ohne menschliches Zuthun

wie in Zuckerlösung oder in der von der Narbe secernirten Flüssigkeit. Es ist daher anzunehmen, — und darauf weist auch das beobachtete transitorische Auftreten von Stärke hin — dass sich die mittleren Partieen der Aussenwände der Epidermiszellen auf der Placenta von Mahonia Aquifolium in ein flüssiges Amyloid zerlegen, welches dem Pollenschlauch die Stoffe zur Cellulosebildung liefert.

An Alkoholmaterial findet man leicht auf Querschnitten nach der Bestäubung in diesem Stoffe die Pollenschläuche eingebettet (Fig. 39), zuweilen ist dann die Cuticula nicht mehr zu beobachten, meist ist sie aber noch vorhanden, so dass dann die Pollenschläuche zwischen der Cuticula und den Cellulosewänden liegen. Die Pollenschläuche steigen gewöhnlich in sehr grosser Zahl nach den Eichen herab, in einem Falle zählte ich 32. Die Befruchtung der 4 bis 5 Ovula, zu welcher nur 4 bis 5 Pollenschläuche nothwendig sind, ist auf diese Weise gewiss gesichert.

Die Ovula sind, wie schon erwähnt, am Grunde der Placenta entwickelt, sie sitzen auf einem kurzen Funikulus und sind anatrop. Die Mikropyle ist demnach der Placenta zugekehrt, aber doch noch eine kleine Strecke von ihr entfernt. Die Leitung des Pollenschlauches auf dieser Strecke übernimmt der Funikulus, indem die Epidermiszellen desselben ganz dieselbe Form und denselben Inhalt, wie die der Placenta zeigen und in ganz derselben Weise secerniren. Schon bei schwacher Vergrösserung erkennt man auf Längsschnitten der Ovula an der abgehobenen Cuticula, dass besonders auf der ventralen Seite des Funikulus bis zur Mikropyle hinein eine starke Schleimbildung stattfindet, weniger auf der dorsalen Seite (Fig. 43).

Erwähnenswerth ist noch, dass bei Berberis vulgaris von den 3 bis 5 gewöhnlich anatropen Eichen, welche der Fruchtknoten meist birgt, öfters eins atrop ist, wohl in Folge des Druckes der übrigen. Schleiden bemerkt bei der Erwähnung dieser Thatsache: „Die Umkehrung der Ovula scheint mir aber in ganz bestimmter Beziehung zu dem vorgeschriebenen Lauf der Pollenschläuche zu stehen, denn stets beobachtete ich, dass diese regelwidrig atropen Eichen unbefruchtet blieben“ [1]).

---

treiben die zufällig mit dem Nectar in Berührung kommenden Pollenkörner leicht Schläuche, und man findet oft auf dem Grunde der Blume ganze Massen confervenartigen Geflechts, welches sich als so getriebene, durch einander gewirrte Pollenschläuche ausweist.“

[1]) Nova Acta XIX 1839. Die Entstehung des Embryo bei den Phanerogamen.

Durch Mahonia Aquifolium wurde ich zuerst auf die Schleimbildung der Epidermiszellen der Placenta und des Funikulus aufmerksam gemacht, und zwar zeigte eine Vergleichung frischen Materials mit solchem, welches längere Zeit in Alkohol gelegen hatte, dass der letztere in diesem Falle geeignet ist, die einzelnen Zustände zu fixiren. Bei einer genaueren Untersuchung der Secretion des Leitgewebes dürfte nach meinen Erfahrungen ausserdem noch doppeltchromsaures Kali und 1 $^0/_0$ Chromsäure mit Vortheil zum Fixiren in Anwendung zu bringen sein.

Nachdem ich obige Beobachtungen an Mahonia gemacht, war es leicht die gleiche Erscheinung bei anderen Familien der Angiospermen nachzuweisen.

Ornithogalum nutans besitzt einen dreifächerigen Fruchtknoten, wie alle Liliaceen. In jedem Fache sind an der axilen Placenta 2 Reihen Ovula entwickelt, welche ihre dorsalen Seiten einander zu-, ihre ventralen Seiten, demnach auch ihre Mikropylen, von einander abkehren. Die Ovula sitzen auf einem kurzen Funikulus, der auf der ventralen Seite ein wenig angeschwollen ist [1]. Wie der weite Griffelkanal allmählich in die drei Fruchtknotenfächer übergeht, ist aus den Figuren 44 bis 48 leicht zu ersehen.

Das Leitgewebe wird von papillös entwickelten Epidermiszellen gebildet, welche den ganzen Griffelkanal auskleiden (Fig. 44) und die Placenta ebenso wie die ventrale Anschwellung des Funikulus überziehen (Fig. 46 bis 48). Diese Papillen besitzen überall die gleiche Form und den gleichen, feinkörnigen, an Material, welches in Alkohol gelegen, braungelb aussehenden Inhalt. Warum Capus zu der Ansicht gelangt, dass die Papillen auf dem Funikulus mit dem Leitgewebe nichts zu thun haben, ist mir nicht ersichtlich [2]. Dieselben sind vielmehr ebenso wie die übrigen Papillen zur Blüthenzeit mit einer Schleimschicht überzogen, welche an Alkoholmaterial leicht nachzuweisen ist. Dieselbe zeigt zuweilen eine feinkörnige Structur und bleibt mit Chlorzinkjodlösung behandelt farblos (Fig. 49).

Bei Anthericum Liliago kann man sehr schön beobachten, wie mächtig diese Masse über der ventralen Anschwellung des Funikulus entwickelt ist, und wie auf diese Weise die Mikropyle von ihr ganz umhüllt wird (Fig. 50). Ebenso wie bei Mahonia findet

[1]) Capus hat bereits erwähnt, dass diese Anschwellung des Funikulus den Liliaceen eigenthümlich sei. Er hat die gleiche Erscheinung auch noch bei anderen Familien beobachtet. l. c. p. 241.

[2]) l. c. p. 242.

man auch bei diesem Object nach der Bestäubung die Pollenschläuche in die homogene Masse eingebettet.

Von Ornithogalum pyramidale stand mir genügend junges Material zur Verfügung, um die Bildung des Secretes zu beobachten. Es wird ebenso wie bei Mahonia, indem wahrscheinlich die mittleren Wandpartieen verschleimen, eine dünne Cuticula abgehoben, welche zerreisst und auf späteren Zuständen meist nicht mehr nachzuweisen ist. Fig. 51 stellt den Zustand dar, wo die Cuticula abgehoben und zum Theil bereits zerrissen ist. Der ganze Process spielt sich hier ziemlich frühzeitig und rasch ab, in Knospen von ungefähr 3 bis 4 Millimeter Höhe.

Beiläufig sei noch bemerkt, dass wie bei Berberis vulgaris auch bei Liliaceen ein Fall beobachtet worden ist, wo ein Ovulum in Folge seiner unvollständigen Krümmung nicht befruchtet wurde. Agardh bildet dieses Eichen von Colchicum autumnale auf Taf. I, Fig. 15 in seiner „theoria systematis plantarum“ ab und sagt in der Figurenerklärung: „gemmula hemianatropa sterilis a pistillo jamjam foecundato sumta.“

Verbascum Thapsus ist wohl das günstigste Object, um sich über die Schleimbildung schnell zu orientiren. Der Fruchtknoten wird, wie bei allen Scrophulariaceen von 2 Carpiden gebildet, deren allmähliche Verschmelzung zu einer centralen Placenta auf Querschnitten leicht zu verfolgen ist (Fig. 55, 56, 57). Die Epidermiszellen der Placenta sind klein, mit feinkörnigem, an Alkoholmaterial gelblich aussehendem Inhalt versehen, und die Zellwände nach aussen nur wenig papillös hervorgewölbt. Die letzteren sind, wenn man Knospen untersucht, zuerst von einer Cuticula überzogen, die allmählich in derselben Weise, wie in den eben geschilderten Fällen, abgehoben wird, es bedarf bloss eines Hinweises auf die Figuren 52, 53, 54. Die Cuticula färbt sich mit Chlorzinkjodlösung gelb, die zur Blüthenzeit etwas angeschwollenen Zellwände blau und die dazwischen liegende Schleimschicht bleibt farblos. Der ganze Vorgang spielt sich auch hier im Knospenzustand ab[1]). Die Ovula sind sehr zahlreich entwickelt und anatrop (Fig. 58). Die Epidermiszellen des an der Basis etwas angeschwollenen Funikulus haben die gleiche Form und den gleichen Inhalt, wie die Papillen der Placenta und secerniren in derselben Weise.

---

[1]) Capus bemerkt l. c. p. 247, dass bei Verbascum vernale die Zellwände sehr angeschwollen seien.

Durch die genauere Untersuchung einiger concreter Beispiele haben wir festgestellt, dass die Placenta und der Funikulus secerniren und wie sie secerniren. Freilich verdient der letzte Punkt, die Art und Weise der Secretion, noch viel ausgedehnter und eingehender behandelt zu werden, besonders mit vergleichender Berücksichtigung der Secretion der Narbenpapillen, der Nectarien und anderer Drüsen, mit genauer Beachtung des chemischen Inhalts der secernirenden Zellen u. s. w. Es kam jedoch für die in der vorliegenden Arbeit zu lösenden Fragen nur auf die Thatsache an, dass die Epidermiszellen der Placenta und des Funikulus secerniren.

Darauf wiesen übrigens schon die besonders Secretionsorganen eigenthümliche Gestalt und der Inhalt derselben hin und sodann einzelne Beobachtungen von Behrens [1]), nach welchen die Wandungen des Griffelkanals, die meist von ganz den nämlichen Zellen bekleidet sind wie die Oberfläche der Placenta, secerniren. Er sagt z. B.: „Bei Helianthemum mutabile sind die Wandungen des Griffelkanals dicht mit kleinen höckerförmigen Zellen austapezirt, deren im höchsten Grade quellbaren Membranen so aufgeschwollen sind, dass ihr Durchmesser die Zelllumina an Grösse bei weitem übertrifft. Diese Zellschicht secernirt kleberige, schleimartige Substanzen."

Bei den von mir näher untersuchten Beispielen betheiligen sich, wie es scheint, an der Bildung des Secrets direct nur die Epidermiszellen der Placenta und des Funikulus. Es ist jedoch möglich, dass ebenso wie bei den Nectarien [2]) auch unter diesen liegende Zellschichten gleiche Function besitzen. Capus gibt an [3]), dass bei Orchideen und Saxifrageen oft mehrere Zellschichten unter der Epidermis den das Leitgewebe charakterisirenden Inhalt besässen; aus seinen Figuren kann man sich jedoch kein Urtheil über diese Frage bilden.

Wie schon mehrfach erwähnt, spielt sich die Schleimbildung im Knospenzustand ab, also ohne einen Reiz von Seiten des Pollens. Interessant wäre es in dieser Beziehung die Orchideen zu untersuchen, ob die Placenten hier secerniren, ob sie dies bereits vor der Bestäubung thun, oder ob die Secretion ebenso wie die Entwickelung der Ovula erst durch den Pollen angeregt wird.

Bei Mahonia Aquifolium, bei den Liliaceen und Scrophularia-

---

[1]) Unters. über d. anat. Bau d. Griffels u. d. Narbe 1875 p. 21.

[2]) Vgl. die Arbeit von Behrens „über Nectarien" Flora 1879.

[3]) l. c. p. 229 u. 30.

ceen sind es nur die Ränder der Carpiden, welche Ovula producieren; in Folge dessen bilden nur hier die Epidermiszellen das zur Leitung und Ernährung der Pollenschläuche nothwendige Secret. Es kommt jedoch auch vor, dass die Ovula auf der ganzen Innenfläche des Carpids zerstreut entwickelt sind, so bei den Butomeen, Hydrocharideen, Lardizabaleen und Nymphaeaceen.

Bei Nuphar luteum und Brasenia peltata hat Strasburger beobachtet [1]), dass sie sogar genau in der Mediane des Carpids stehen können. Daher lässt es sich erklären, dass bei Nuphar luteum z. B. auf der ganzen Innenfläche des Fruchtblattes eine mächtige Schicht körnigen Schleimes gebildet wird. Wie dieselbe entsteht, konnte ich nicht verfolgen, da es mir an Material fehlte. In ganz jungen Knospen, wo sich der Schleim noch nicht gebildet hatte, waren die Zellen gleich unter der Epidermis der Innenseite des Carpids dicht mit Stärke gefüllt, die jedenfalls bei der Secretion später verbraucht wird.

Auf vieleiigen Placenten ist bekanntermassen die Mikropyle der Ovula in der Regel denselben dadurch sehr genähert und für den Eintritt des Pollenschlauches günstig gelegen, dass sich die Eichen nach ihnen in anatroper, campylotroper oder ähnlichen Formen zurückkrümmen.

Uebrigens gibt es Beispiele, bei denen die Ovula auf vieleiigen Placenten nicht nach denselben zurückgekrümmt, sondern atrop geblieben sind. Wir werden im nächsten Abschnitt einige derartige Fälle erörtern.

Auf der kurzen Strecke, welche der Pollenschlauch von der Placenta bis zur Mikropyle auch bei den gekrümmten Eichen noch durchwachsen muss, übernimmt, wie schon mehrfach hervorgehoben wurde, der Funikulus die Leitung; und zwar ist derselbe entweder auf seinem ganzen frei ausgegliederten Theile den Pollenschlauch zu führen befähigt (Mahonia) oder nur auf seiner ventralen Seite (Liliaceen).

Letzteres ist auch in exquisiter Weise bei den Cacteen der Fall.

Hier sind auf der ventralen Seite des sehr lang gestreckten und merkwürdig gekrümmten Funikulus lange einzellige Papillen entwickelt. Fig. 59 und 60 zeigen dies bei Cereus speciosus Hort. Krüger berichtet in seinem Aufsatz „über die Befruchtung bei den Orangen" das nämliche von Opuntia und bemerkt noch, dass sich

[1]) Die Angiospermen u. die Gymnospermen 1879 p. 57.

hier die Papillen selbst bis ins Innere des so eigenthümlich geformten äussern Integuments erstrecken [1]).

Was die Familie der Cruciferen anlangt, bei welcher der Funikulus des campylotropen Eichens bekanntlich ebenfalls oft sehr lang ist, so hat Krüger denselben bei Lepidium virginicum auch mit Papillen bekleidet gefunden und gesehen, wie der Pollenschlauch an ihnen entlang schleicht und mehr oder weniger fest mit ihnen verklebt. Sehr leicht lassen sich auch bei Lepidium sativum und Iberis amara die Pollenschläuche auf dem Funikulus finden, an welchem die Mikroplye in diesen Fällen dicht anliegt und den Pollenschlauch somit gleichsam auffängt.

V.

Bei den Aroideen ist in Folge der sehr variabeln Insertion der meist atropen Ovula die Lage der Mikropyle in der Fruchtknotenhöhle oft scheinbar sehr ungünstig für den Eintritt des Pollenschlauchs, und Hofmeister [2]) meinte, dass besonders aus diesem Grunde die Pollenschläuche bei den Aroideen so lange Zeit brauchten, um von der Narbe zur Mikropyle zu gelangen (5 Tage mindestens). Es war daher von besonderem Interesse den Bau des Fruchtknotens an einigen Arten dieser Familie zu studiren.

Atherurus ternatus zeigt zunächst sehr einfache Verhältnisse. Das einzige atrope Ovulum ist an der Basis des Ovariums inserirt, die Mikropyle also der Mündung des Griffelkanals zugekehrt und derselben sehr genähert (Fig. 61), ebenso wie bei Polygonum. Der obere Rand des Integuments reicht jedoch nicht wie bei letzterem bis an die Fruchtknotenwand hinauf, es ragt dafür aber ein Papillenschopf von der Mündung des Griffelkanals aus bis in die röhrenförmige langgestreckte Mikropyle hinein (Fig. 62).

Bei Arum maculatum tritt der Fall ein, dass die Ovula auf einer vieleiigen Placenta nicht auf dieselbe, wie gewöhnlich, zurückgekrümmt, sondern atrop sind, und zwar trägt hier die einzige parietale Placenta des Fruchtknotens 4 bis 6 derartig gerichtete Ovula. Von der Narbe, welche hier von mehrzelligen Papillen gebildet wird, führt ein kurzer Kanal in die Fruchtknotenhöhle. Rings um dessen Mündung sowie auf der ganzen Placenta sind Papillen von sehr verschiedener Länge entwickelt, die einen

---

1) Bot. Ztg. 1851. S. 62.

2) Abhandl. d. math. phys. Cl. d. k. sächs. Gesellschaft d. Wissensch. V 1861. S. 648.

sind einzellig, sehr viele mehrzellig, doch höchstens aus 4 Zellen bestehend, zuweilen sind sie auch verzweigt (Fig. 63 u. 64)[1]).

Sie beginnen sich aus den Epidermiszellen zu einer Zeit zu entwickeln, wo die Integumente den Nucellus noch nicht vollständig umschlossen haben. Die die Mündung des erwähnten Kanals umgebenden Papillen hängen meist schräg nach den Mikropylen der Ovula herab, während die Papillen der Placenta die gleiche Richtung wie die Ovula und viele auch ungefähr die gleiche Länge wie dieselben besitzen.

Von diesen Papillen scheint der Schleim herzurühren, welcher zur Blüthezeit von der Mündung des Kanals aus rings um die Ovula entwickelt ist und sogar die Mikropylen umgibt.

Aehnlich verhält es sich mit Philodendron pinnatifidum. Der Fruchtknoten ist hier fünffächerig, und jedes Fach ist mit der Narbe durch einen besonderen Kanal verbunden. Die Ovula sind zahlreich auf der axilen Placenta inserirt (Fig. 65), hinsichtlich ihrer Form atrop und insofern merkwürdig, als sie nicht, wie gewöhnlich, an ihrer Basis mit dem Funikulus zusammenhängen, sondern seitlich an demselben befestigt sind (Fig. 66). Die Placenta ist wie bei Arum mit Papillen bekleidet, jedoch nur mit einzelligen (Fig. 67). Diese scheinen die schleinige Masse zu erzeugen, welche auch hier die Ovula überzieht und ihre Mikropylen umgibt (Fig. 65).

In dem dreifächerigen Fruchtknoten von Acorus Calamus ist ebenfalls eine axile Placenta vorhanden, welche jedoch nur auf den obern Theil der Carpellsutur beschränkt ist. Nach jedem Fach führt direct auf dieselbe von der Narbe aus ein Kanal. Die atropen Ovula, an Zahl 3 bis 4, hängen von der Placenta in die Höhlung eines jeden Fruchtknotenfaches hinab. Die Placenta ist mit einzelligen Papillen bekleidet und ebenso ein kleiner Fortsatz, den sie unterhalb der Insertionsstelle der Ovula nach unten entsendet. Diese Papillen secerniren jedenfalls die schleimige Masse, welche zur Blüthezeit die Placenta überzieht und von dem Fortsatz aus längs der Ovula bis zur Mikropyle hinabreicht (Fig. 68). Die Lagerung dieses Schleimes ist am deutlichsten zu sehen, wenn man direct aus dem Alkohol genommenes Material in Glycerin beobachtet. Nach einiger Zeit fängt jedoch der Schleim an zu quellen und die Verhältnisse werden dann undeutlich.

---

[1]) Zur Beobachtung dieser Verhältnisse eignet sich am besten frisches Material, da Alkohol die Papillen nicht günstig fixirt.

Interessant ist, dass die Mikropyle hier von einem grossen Schleimtropfen umhüllt ist, welcher vielleicht von den Integumenten gebildet wird. Dieselben lösen sich nämlich an ihrem obern die Mikropyle bildenden Rande in lange einzelne Papillen auf (Fig. 69), welche in ihrem Aussehen denen der Placenta völlig gleichen, höchstens, soweit sie dem äussern Integument angehören, an ihrer Spitze sich zuweilen gabeln oder eine seitliche Anschwellung besitzen (Fig. 70). Das Letztere lässt sich nur an frischem Material beobachten, da die Structur der Papillen ebenso wie bei Arum leidet, wenn man sie mit Alkohol zu fixiren sucht.

Dieser papillöse Bau der Mikropyle dürfte vielleicht Acorus Calamus allein eigenthümlich sein, während die Bekleidung der Placenta mit langen Papillen eine ziemlich allgemeine Erscheinung bei den Aroiden zu sein scheint. So gibt Hofmeister [1]) derartige Papillen für Pothos pentaphylla, longifolia und Philodendron Imbe an, und Irmisch [2]) beschreibt sie für Ambrosinia Bassii. Bei der letzteren Pflanze scheinen sie verzweigt zu sein, wie Irmisch sagt „nicht unähnlich den Sprossverbänden mancher Opuntien, indem die zarten Zellen, in denen ich einzelne sehr kleine Körnchen sah, den einzelnen Sprossen der Opuntien entsprechen.“

Capus beschreibt mehrzellige, einfache oder verzweigte Papillen für Spathiphyllum cannaefolium [3]) und einzellige für Philodendron cordatum [4]).

Alle diese Bildungen scheinen die Aufgabe zu haben, Schleim zu secerniren. Dieser Schleim ist das verbindende Medium in der Fruchtknotenhöhle zwischen der Mündung des Kanals, der die Pollenschläuche von der Narbe in dieselbe leitet, und den Mikropylen der einzelnen Ovula, wie wir es bei allen besprochenen Beispielen gesehen.

Der eigenthümliche Bau des Leitapparates der Aroideen, wie wir ihn eben an mehreren Beispielen kennen gelernt haben, wird jedenfalls durch die ungewöhnliche Stellung der atropen Ovula mit bedingt.

Die Stellung des Eichens bei Atherurus ternatus schliesst sich noch an bekannte, bei den Angiospermen häufig zu beobachtende

---

[1]) Neue Beiträge z. Kenntniss d. Embryos. Abh. d. sächs. Akad. d. Wissensch. math. phys. Klasse V. Vgl. Tafel VIII u. IX.

[2]) Beiträge zur vgl. Morphologie d. Pflanzen. 5. Abth. über einige Aroideen 1874 p. 25.

[3]) l. c. p. 245.

[4]) l. c. p. 245.

Fälle an; bei Arum maculatum sind die Ovula schon an der Sutur hinauf gerückt und ragen frei in die Fruchtknotenhöhle hinein, ein Fall, der bei den Angiospermen nicht eben häufig ist [1]). Bei Acorus Calamus stehen sie noch seltsamer, indem sie vom obern Theil der Sutur frei in die Höhlung des Ovariums hinabhängen, und bei Helicodiceros crinitus kommt sogar der Fall vor, dass ein Theil der Ovula basal inserirt ist und die Mikropyle nach der Spitze des Fruchtknotens hin kehrt, während ein anderer Theil der Ovula umgekehrt an der Spitze inserirt ist und in den Fruchtknoten herabhängt. (Vgl. Fig. 71 eine nach Schott (Aroideae 1853 Tab. 27) copirte Abbildung.)

VI.

Zum Schluss noch einige Beispiele, bei denen die Ovula auf einer freien Centralplacenta inserirt sind! Es kommt hier natürlich vor Allem darauf an zu finden, wie der Pollenschlauch aus dem Griffel auf die Placenta gelangt.

Im Grunde des Ovars von Calla palustris stehen auf einer kreisförmigen, niedrigen, centralen Anschwellung gewöhnlich gegen 10 aufrechte anatrope Ovula im Kreis herum, derartig, dass sie ihre dorsalen Seiten alle der Mitte des Fruchtknotens zu, ihre ventralen nach aussen kehren. Die Mündung des Kanals, welcher die Narbe mit der Fruchtknotenhöhle verbindet, ist von einem Kranz kurzer Papillen umgeben, ebenso die Mikropyle eines jeden Ovulums (Fig. 72, 73). Die Verbindung zwischen beiden wird dadurch hergestellt, dass die Ovula von einer mächtigen Schleimmasse wie von einem Mantel umhüllt sind, welche sich vom Grunde des Fruchtknotens bis zur Mündung des erwähnten Kanals hinaufzieht. Dieser Schleim erhärtet in Alkohol zu einer festen weissen Masse, die in Glycerin bald bis zur Unkenntlichkeit aufquillt.

Im Grunde des Ovars von Luzula pilosa sind 3 anatrope aufrecht stehende Ovula entwickelt, deren dorsale Seite nach innen, die ventrale nach aussen gekehrt ist (Fig. 74).

In die Mikropyle ragt ein Schopf einzelliger Papillen hinein (Fig. 77) [2]).

---

[1]) Bei Akebia quinata tritt jener Fall ein, und zwar sind die Ovula auf der ganzen Innenseite des Carpids zerstreut. Nach einer Abbildung von Sachs sind auf der Placenta Papillen entwickelt, die vielleicht zur Schleimabsonderung dienen. (Lehrbuch der Botanik. IV. Aufl. Fig. 357.)

[2]) Agardh bildet ihn auch für Luzula campestris ab. (theoria systematis plantarum Taf. I, Fig. 2.)

Die Mündung des Griffelkanals wird mit den Mikropylen der Ovula hier durch drei Leisten verbunden, die von der Spitze bis zur Basis des Fruchtknotens zwischen den Eichen hinablaufen und von den verschmolzenen Rändern der drei Carpiden gebildet werden (Fig. 75). Die Epidermiszellen der drei Leisten sind klein und dicht mit plasmatischen Stoffen angefüllt, die charakteristischen Eigenschaften eines secernirenden Epithels (Fig. 76).

Caryophylleen.

Diese Familie bietet bekanntlich alle Uebergangsformen von einem vollständig gefächerten Fruchtknoten (z. B. Silene dichotoma) bis zu einem solchen mit freier centraler Placenta dar.

Der Fruchtknoten von Saponaria ocymoides z. B. enthält im ausgebildetem Zustande eine centrale Placenta. Ursprünglich ist er jedoch zweifächerig, indem die Ränder zweier Carpiden zu einem axilen Gewebekörper verschmolzen sind, und die Placenta, das ist dieser axile Gewebekörper, wird erst dadurch frei, dass die Scheidewände später schwinden (Fig. 78 u. 83).

Die Placenta trägt 4 Reihen campylotroper Ovula, von denen immer je zwei Reihen ihre Mikropylen einander zukehren (Fig. 78, 80). Zwischen je zwei Reihen läuft ein Streifen Leitgewebe an der Placenta herab, der Art, dass die Mikropylen der Ovula demselben zugekehrt sind [1]). An der Bildung desselben betheiligt sich nicht nur die Epidermis, sondern, wie es scheint, noch eine Gruppe unter derselben liegender Parenchymzellen. Die letzteren stellen ein Gewebe mit verschleimten Zellwänden dar, während die Epidermiszellen zu langen Papillen ausgewachsen sind, welche bis zur Mikropyle der einzelnen Ovula reichen und den Pollenschlauch jedenfalls nach derselben hinzuführen haben, da der Funikulus für diese Funktion nicht differenzirt ist (Fig. 79).

Die Papillen sind bei Lychnis vespertina länger, da hier die Ovula auf einem längeren Funikulus sitzen, und die Mikropyle daher weiter von der Placenta entfernt ist (Fig. 84). Zur Blüthezeit findet man von der Cellulosehaut derselben eine dünne Cuticula ein wenig abgehoben, jedenfalls zum Zwecke der Schleimbildung (Fig. 85). Nach der Befruchtung sterben diese Papillen ab.

Um auf Saponaria ocymoides zurückzukommen, so verschmä-

---

[1]) Ueber die Entwickelung dieses Leitgewebes vgl. Capus l. c. p. 230.

lert sich hier die centrale Placenta an ihrem Gipfel und geht schliesslich in 2 Bänder über, welche die Verbindung zwischen ihr und der Spitze des Fruchtknotens herstellen (Fig. 81). Diese Bänder sind einfach die Fortsätze der beiden an der Placenta herablaufenden Leitstreifen. Man sieht sie daher auf Längsschnitten nur, wenn man in der Richtung der Linie a schneidet. (Vgl. Fig. 78). Führt man dagegen die Schnitte in der auf der ersteren senkrecht stehenden Richtung b, so sieht man nur einen Streifen, da der andere entweder durch den Schnitt entfernt worden ist oder vom ersteren verdeckt wird (Fig. 80).

Diese beiden Leitbänder sind, wie die Entwickelungsgeschichte lehrt, die Ueberreste der im obern Theil des Fruchtknotens nicht mit einander zur Verschmelzung gelangenden Carpellcommissuren (Fig. 82).

Bei Drypis spinosa, wo zwei Ovula auf der Basis des Fruchtknotens inserirt sind, laufen ebenso zwei Bänder zu denselben von der Spitze herab [1]). Dieselben sind jedenfalls auch die Reste zweier Commissuren, wie bei Saponaria, und dienen zur Leitung der Pollenschläuche.

Primulaceae.

In dieser Familie gelangt die freie vieleiige Centralplacenta zur typischen Ausbildung. Dieselbe steht jedoch auch hier, worauf schon mehrfach aufmerksam gemacht worden ist [2]), mit dem Griffel in directer Verbindung, und zwar in folgender Weise.

Bei Anagallis arvensis verschmälert sich die, wie bei allen Primulaceen, am Grunde des Ovars vermittelst eines Stieles befestigte Placenta allmählich nach oben und läuft schliesslich in eine kurze Spitze aus, auf welche das Leitgewebe des Griffels direct aufstösst (Fig. 86).

Bei Primula sinensis ist diese Spitze noch deutlicher ausgebildet und ragt hier in die Oeffnung des Griffelkanals hinein (Fig. 89).

Am auffälligsten fand ich sie bei Primula elatior entwickelt; (Fig. 90) hier erreicht sie oft die Länge von 1 Millimeter, so dass man sie ohne Vergrösserung bereits ganz deutlich wahrneh-

[1]) Payer, Traité d'organogénie comparée de la fleur. pl. 71.

[2]) So bereits von A. d. St. Hilaire (Mémoire sur les plantes aux quelles on attribue un placenta central libre. Mémoires du mus. d'hist. nat. II. 41). Ferner von Duchartre in seinem bekannten Aufsatz „organogénie de la fleur des plantes à placenta central libre" (Annal. d. scienc. nat. 3. Sér. II.

men kann. Freilich ist hier die Präparation nicht ganz leicht, da die dünne Spitze sehr leicht abbricht und in dem Griffelkanal stecken bleibt, in den sie eine ziemliche Strecke weit hineinreicht. Relativ am leichtesten ist sie noch an Alkoholmaterial in ihrer ganzen Länge heraus zu präpariren.

Duchartre hat diesen Bau der Placenta bei den verschiedensten Gattungen der Primulaceen bereits in eingehender Weise beschrieben und immer auf die durch diesen Bau verursachte Verbindung der Placenta mit dem Griffel aufmerksam gemacht.

In neuerer Zeit hat Duncan [1]) gestützt auf Beobachtungen an Primula vulgaris behauptet, Duchartre habe bei seiner Untersuchung eine Monstrosität vor sich gehabt, die freie Placenta habe nur an ihrem Grunde Verbindung mit dem Ovarium, gar keine mit dem Griffel; die Pollenschläuche sollen nach demselben der Ovarialwand abwärts folgen, dann in der Placenta selbst aufwärts biegen, bis sie auf einen Fibrovasalstrang stossen, durch welchen sie nach aussen geleitet werden zur Mikropyle eines Ovulums.

Capus scheint aus dieser Angabe zu schliessen, dass bei den Primulaceen ganz allgemein die Pollenschläuche an der Fruchtknotenwand hinabstiegen und in der Placenta wieder hinauf [2]).

Vergleicht man jedoch bei Anagallis arvensis die Epidermiszellen, welche die Wand des Fruchtknotens im Innern auskleiden, mit denen, welche die Placenta überziehen, so findet man, dass die letzteren ein wenig papillös und protoplasmareich sind und zur Blüthezeit der Cuticula entbehren, Eigenschaften, die für das secernirende Leitgewebe charakteristisch sind, während die ersteren protoplasmaarm, fast gar nicht hervorgewölbt und zur Blüthezeit mit einer Cuticula überzogen sind, demnach sich zur Leitung des Pollenschlauches wohl wenig eignen (Fig. 87 u. 88).

Wie fernerhin der Pollenschlauch in die Placenta hineingelangen und in derselben zu den einzelnen Eichen wieder hinaufgeleitet werden kann, habe ich mir vergebens klar zu machen und zu beobachten gesucht; vielmehr gelingt es leicht, die Pollenschläuche an der Spitze der Placenta und auf deren Oberfläche zu finden.

Ich komme somit zu der Ansicht, dass die Placenta selbst auf ihrer Oberfläche die Pollenschläuche zu den Eichen führt, und

---

[1]) Just, Botanischer Jahresbericht von 1873. S. 219.
[2]) l. c. p. 235.

für diese Ansicht spricht sowohl die directe Beobachtung der Pollenschläuche auf derselben, als auch ihr gesammter eben erörterter Bau.

Die gleiche Verbindung der centralen Placenta mit dem Griffel, wie ich sie bei den Primulaceen ebenso wie Duchartre in allen untersuchten Fällen beobachtet habe, beschreibt übrigens St. Hilaire[1]) auch für die Lentibulariaceen, und die Spitze des centralen Samenträgers von Santalum album ragt gleichfalls in den Griffelkanal hinein, so dass sie, nach den Beobachtungen von Schacht[2]) und wie ich mich selber an Alkoholmaterial überzeugt habe, die herabwachsenden Pollenschläuche auffängt. Ausserdem wachsen bekanntlich bei dieser interessanten Pflanze die Embryosäcke aus dem Nucellus der integumentlosen Ovula heraus an der Placenta weit hinauf. Die letztere ist an der Stelle, wo die 3 Embryosäcke endigen und die Eizellen führen, sehr schmal, so dass die Chancen sehr gross sind, dass Pollenschläuche, welche Schacht oft in grosser Zahl (zu 12—20) im Staubweg der bestäubten Blüthen fand, wenn sie von der Spitze der Placenta aufgefangen worden sind und an derselben hinabwachsen, auf die Embryosackspitzen stossen und die Befruchtung vollziehen.

Die Spitze, in welche sich die Placenta der Primulaceen an den von uns untersuchten Objecten nach oben verschmälert und welche entweder mit dem Leitgewebe des Griffels in directer Berührung steht oder in den Griffelkanal hineinreicht, hat nach alledem jedenfalls die Aufgabe vermöge ihrer secernirenden Oberfläche die herabwachsenden Pollenschläuche aufzufangen und zu dem die Ovula tragenden Theil der Placenta hinabzuleiten.

Ergebnisse.

Wie wir bereits in dem historischen Theil der Einleitung hervorgehoben, war Amici[3]) der erste, welcher beobachtete, dass die Pollenkörner der Angiospermen auf der Narbe Schläuche treiben und bei Yucca gloriosa scheint er zum ersten Mal den Pollenschlauch von der Narbe bis hinab zur Mikropyle eines Ovulums verfolgt zu haben. Amici legte sich damals auch sogleich die

---

[1]) l. c. p. 53.
[2]) Pringsh. Jahrb. f. wiss. Bot. IV. p. 4 u. p. 10.
[3]) Annal. d. scienc. nat. 1830.

Frage vor, woher denn die Pollenschläuche besonders bei solchen Pflanzen, die einen langen Griffel besässen, das Material zu ihrem Wachsthum bezögen? Der Inhalt der Pollenkörner allein genüge doch nicht, um einen so langen Schlauch zu bilden. Er kam zu der Ansicht, dass die Schläuche, einmal in das Leitgewebe eingetreten, aus eben diesem ihre Nährstoffe bezögen, die zur Cellulosebildung nothwendig.

„La circulation qui continue pendant beaucoup de temps dans le boyau et mes autres observations me confirment dans cette idée."

Und in der That, fasst man Beispiele ins Auge wie Cereus speciosus Hort., wo der Pollenschlauch einen Griffel von 11 Centimeter Länge durchwachsen muss oder Colchicum autumnale mit seinem oft dreizehnzölligen Griffel oder Digitalis purpurea, wo die Entfernung von der Narbe bis zur Mikropyle 1100 mal grösser ist als der Durchmesser eines Pollenkornes [1]), so drängt sich einem eo ipso die Vermuthung auf, dass der Pollenschlauch von aussen her seine Nahrung beziehen muss. Culturversuche haben nun ergeben, dass Pollenkörner zwar auch in reinem Wasser Schläuche treiben können, dass diese Schläuche dann aber nur so lange fortwachsen, bis alle Reservestoffe des Pollenkorns verbraucht sind [2]), dass es dagegen in Zuckerlösung, die man je nach den einzelnen Species in verschiedenen Concentrationsgraden anwenden muss, leicht gelingt, lange Schläuche zu cultiviren und die gleiche Intensität des Wachsthums derselben zu bewirken, wie sie im Griffel erreicht wird [3]).

Nährstoffe sind also von aussen her nothwendig. Wie steht es aber mit der Ansicht von Amici, dass sie das Leitgewebe dem Pollenschlauch liefere?

Von der Narbe ist schon seit langer Zeit bekannt, dass ihre Papillen eine klebrige Flüssigkeit secerniren, über deren chemische Zusammensetzung Behrens [4]), neuerdings folgendes angibt: „Die Anilinreaction zeigt stets Schleimsubstanzen an; es ist wahrscheinlich, dass amyloidartige Stoffe und dass Collagen in ihr vor-

[1]) Vgl. Tulasne, Etudes d'embryogénie végétale Annal. d. scienc. nat. Bot. 3. Sér. XII. 1849.

[2]) Vgl. van Tieghem, Annal. d. scienc. nat. Bot. 5. Sér. XII. p. 314. 1869.

[3]) Vgl. Strasburger, Ueber Befr. u. Zellth. p. 22 und Elfving, Jenaische Zeitsch. f. Naturw. XIII. 1879.

[4]) Anatomie d. Griffels u. d. Narbe. p. 28.

kommen, auch scheinen Gummi und Zucker und andere Kohlehydrate nicht zu fehlen.“

Jedenfalls wird durch diese Nährlösung das Pollenkorn zum Austreiben seines Schlauches zunächst angeregt. Das weitere Wachsthum desselben im Griffel findet in einer schleimigen Masse statt, welche bei denjenigen Pflanzen, die keinen Griffelkanal besitzen, durch Verschleimung der äusseren Zellwandschichten des Leitgewebes entsteht, wie besonders Capus nachgewiesen, bei denjenigen, welche einen Griffelkanal besitzen, durch Sekretion der den Kanal auskleidenden Epidermiszellen.

Die Epidermiszellen der Placenta und eventuell des Funikulus secerniren, wie ich zuerst an einigen Beispielen näher erläutert habe (vgl. Abschnitt IV), ebenso eine schleimige Flüssigkeit, in welcher der Pollenschlauch bis zur Mikropyle hinwächst, und das Auftreten von Stärke in den secernirenden Zellen (bei Aristolochia Clematitis, Citrus Aurantium, Euphorbia helioscopia, Convolvulus althaeoides, Lychnis dioica, die letzteren nach Capus) oder transitorisch in dem darunter liegenden Parenchym (Mahonia Aquifolium, z. B.) weist darauf hin, dass in dem Secret amyloidartige Stoffe vorhanden sind, die sich besonders zur Cellulosebildung der Schläuche eignen.

Ich gelange nach alledem zu der Auffassung, dass die Pollenschläuche in einem von der Narbe bis zur Mikropyle gebildetem Secrete wachsen, aus dem sie ebenso wie aus einer Zuckerlösung ihre Nährstoffe beziehen. Das Secret wird von dem Leitgewebe gebildet, dessen Zellen sowohl hinsichtlich ihrer Form als hinsichtlich ihres Inhaltes diejenigen Eigenschaften besitzen, welche den zelligen Elementen bekannter Secretionsorgane z. B. der Nectarien eigenthümlich.

Was zunächst die Form anlangt, so sind die secernirenden Zellen auf der Narbe, im Griffel und im Fruchtknoten mehr oder weniger papillös, d. h. ihre Aussenwände sind hervorgewölbt, jedenfalls um die secernirende Oberfläche zu vergrössern.

Diese meist einzelligen Papillen treten uns auf der Narbe sowohl wie im Fruchtknoten in verschiedener Grösse entgegen. Klein und höckerförmig sind sie z. B. auf den Narben von Veronica grandis, Dictamnus Fraxinella, Thalictrum aquilegifolium (vgl. Behrens l. c. Tafel II), auf der Placenta von Mahonia Aquifolium (Fig. 38, 41, 42), von Luzula pilosa (Fig. 76), von Verbascum Thapsus (Fig. 52, 53, 54), sehr lang und haarförmig sind sie entwickelt auf den meisten Narben, im Fruchtknoten auf den Placen-

ten der Aroideen (Fig. 67) und Caryophylleen (Fig. 79 u. 84), über der Mikropyle der Euphorbiaceen u. s. w.

Bei Luzula pilosa finden sich in einem und demselben Fruchtknoten beide Formen vor, kleine höckerförmige und lange, haarförmige Papillen, die letzteren in der Nähe der Mikropyle entwickelt (vgl. Abschn. VI und Fig. 74—77).

Seltener sind die haarförmig entwickelten Papillen mehrzellig, so z. B. auf der Placenta von Arum maculatum (Fig. 64), nach Behrens auf der Narbenoberfläche von Myriophyllum verticillatum und Lopezia coronata (vgl. dessen citirte Arbeit Taf. II), und ebenso selten verzweigt, z. B. bei Arum maculatum im Fruchtknoten (Fig. 64) und bei Cereus grandiflorus auf der Narbe und im Griffelkanal (vgl. Behrens Taf. II Fig. 12—14). Mehrzellige Gebilde, welche flächen-, lappen- oder zungenartig ausgebreitet sind und an die Colleteren in Knospen erinnern, hat Behrens auf der Narbe von Sanguisorba officinalis und Helianthemum mutabile beobachtet.

Im Grossen und Ganzen sind die Papillen auf der Narbe mächtiger entwickelt als im Fruchtknoten, und zwar einfach deshalb, weil sie nicht nur als Secretionsorgane, sondern auch als Fangorgane functioniren.

Was schliesslich den Inhalt dieser Papillen anlangt, so ist er bei denjenigen des Fruchtknotens meist dicht, feinkörnig, an Alkoholmaterial braungelb aussehend und erinnert an das von Hanstein in Secretionsorganen von Knospen und von Behrens in Nectarien beobachtete „Metaplasma.“ Jedenfalls lässt sich das Leitgewebe meist schon durch diesen Inhalt von den übrigen ringsumliegenden Gewebeelementen leicht unterscheiden.

Ausser der Ernährung der Pollenschläuche hat das Leitgewebe, wie schon der Name sagt, die wichtige Aufgabe dieselben zu leiten, die Richtung ihres Wachsthums auf ihrem Wege von der Narbe bis zu der oft weit entfernten Mikropyle zu bestimmen.

Die Narbe steht daher zunächst mit der Fruchtknotenhöhle immer in directer Verbindung, entweder durch ein lockeres Gewebe, oder durch einen Kanal, dessen Wände secerniren. Ist der Fruchtknoten mehrfächerig, so theilt sich entweder der im Griffel einfache Kanal in ebenso viel einzelne Kanäle, als Fächer vorhanden, (Liliaceen, Ricinus etc.) oder es steht jedes Fach direct mit der Narbe durch einen eigenen Kanal in Verbindung. (Acorus Calamus etc.)

Die Vertheilung des Leitgewebes in der Fruchtknotenhöhle

hängt ganz von der Lage der Mikropyle ab. Bei Polygonum und Daphne (Fig. 1—4), wo dieselbe so dicht am Grunde des Griffels liegt, dass der Pollenschlauch direct aus demselben in sie hineinwachsen muss, ist natürlich im Fruchtknoten kein Leitgewebe entwickelt.

Meistens indessen liegt die Mikropyle nicht so günstig, und die Pollenschläuche müssen einen Theil der Fruchtknotenhöhle durchwachsen, ehe sie zur Mikropyle gelangen. Dann sind zunächst die Carpellblätter an bestimmten Stellen von der Insertionsstelle des Griffels bis zur Insertionsstelle der Ovula mit secernirenden papillösen Epithelien überzogen. Nothwendig ist auf jeden Fall, dass diese Epithelien secerniren, denn es wäre sonst nicht einzusehen, warum gerade an diesen Zellen die Pollenschläuche herabwachsen und nicht auch an den gewöhnlichen Epidermiszellen, welche die Wand des Fruchtknotens auskleiden. Durch den Schleim, den die Zellen des Leitgewebes bilden, werden die Pollenschläuche festgehalten und ihrem Wachsthum eine bestimmte Richtung angewiesen. Die Secretion ist es also, welche das Leitgewebe erst zum wirklichen Leitgewebe stempelt.

Gewöhnlich sind die Ränder der Carpiden mit secernirendem Epithel bedeckt, da an diesen meistens die Ovula entwickelt sind (Liliaceen, Scrophulariaceen etc.). Sind die Ovula über die ganze Innenfläche des Carpellblattes zerstreut, so betheiligt sich an der Secretion auch die ganze Epidermis derselben (Nuphar luteum).

In den Fällen ferner, wo die Mikropyle nicht direct der Placenta oder ihren lang entwickelten Papillen anliegt, nimmt auch der Funikulus entweder auf seiner ganzen Oberfläche (Mahonia Aquifolium, Verbascum Thapsus) oder auf seiner ventralen Seite (Cacteen etc.) Antheil an der Secretion und functionirt als Leitorgan.

Und bei Acorus Calamus scheinen rings um die Mikropyle die Ränder der Integumente selbst, indem sie secerniren, in die Leitung einzugreifen.

Carpellblatt, Funikulus und Integument können also in gleicher Weise derselben Aufgabe dienen, den Pollenschlauch zu leiten. Es gilt also auch hier der Satz, dass die gleiche physiologische Funktion oft von morphologisch sehr verschiedenen Gebilden erfüllt werden kann.

Schliesslich sei noch hervorgehoben, dass auch die Form des Ovulums, durch welche die Lage der Mikropyle bestimmt wird, vielfach zur Vervollkommnung des Leitapparates beiträgt; so fin-

den wir auf den vieleiigen Placenten die Ovula meistens nach denselben zurückgekrümmt in anatroper, campylotroper oder anderer Form, und auch in eineiigen Ovarien scheint zuweilen die Gestalt des Ovulums dem Eintritt des Pollenschlauches angepasst zu sein (Plumbagineen vgl. Abschn. II und Fig. 13—16).

Erwägt man nun vorurtheilslos alle die zuletzt hervorgehobenen Momente, berücksichtigt man, dass in den genauer untersuchten Fällen das Leitgewebe sich immer bis an die Mikropyle erstreckt, dass es sogar zuweilen in dieselbe hineindringt (Euphorbia loricata Fig. 25. Luzula pilosa Fig. 77) und bedenkt man, eine wie grosse Zahl von Pollenschläuchen gewöhnlich in den Fruchtknoten hinabsteigt, so kann man wohl nicht zu dem Resultate wie Capus gelangen, dass in den meisten Fällen besondere Einrichtungen fehlen, welche den Eintritt des Pollenschlauches in die Mikropyle erleichtern, dass dieser Eintritt ein wunderbarer physiologischer Vorgang sei [1]).

Treten etwa bei diesem Vorgange uns unbekannte Kräfte in Wirkung, welche die Pollenschläuche in die Mikropyle hineinzögen, so könnten diese jedenfalls nur in einer Wechselbeziehung zwischen der Eizelle des Embryosackes und dem Pollenschlauche bestehen, etwa in der Art, wie sie Falkenberg [2]) in letzter Zeit für das Ei und die Spermatozoiden von Cutleria, einer Alge des Mittelmeers, angibt. Zwischen diesen beiden soll hier nämlich eine Anziehungskraft bestehen, die sich auf verhältnissmässig bedeutende Distancen geltend macht. Ob diese Kraft in der männlichen oder in der weiblichen Geschlechtszelle oder in beiden ihren Sitz hat, lässt Falkenberg dahin gestellt sein.

Zwischen der Eizelle der Angiospermen und dem Pollenschlauche besteht aber höchst wahrscheinlich eine derartige Distancewirkung nicht. Die Versuche, welche Strasburger besonders an Torenia anstellte, einer Pflanze, bei welcher der Embryosack zur Mikropyle herauswächst und die Eizelle daher für eine unmittelbare Einwirkung besonders günstig liegt, sprechen durchaus gegen die Annahme einer solchen Wirkung. Strasburger berichtet Folgendes [3]): „Ich brachte zahlreiche isolirte Ovula in Flüssigkeitstropfen, in denen Pollenkörner besonders schöne Schläuche gebildet hatten. Die Tropfen waren auf der Innenseite eines Deck-

---

[1]) l. c. p. 240.

[2]) Mittheil. der zoolog. Station v. Neapel. Bd. I. Heft 3. 1879.

[3]) Befrucht. u. Zellth. p. 54.

glases in einer Kammer suspendirt. Ungeachtet sich die Ovula nun auch stundenlang oft unversehrt hielten, sah ich Pollenschläuche in keinem Falle mit dem freien Embryosackende der Torenia sich verbinden und noch viel weniger in die Mikropyle anderer Eichen dringen. Wo die Schläuche auf die Ovula trafen, wuchsen sie, sich denselben anschmiegend, über sie hinweg und trennten sich wieder von ihnen; ebenso konnten sie dicht an der Embryosackspitze passiren, ohne irgend wie von derselben beeinflusst zu werden."

Die Versuche von Elfving ergaben das gleiche Resultat[1]).

Man ist daher gestützt auf diese Experimente und gestützt auf den Bau des ganzen Leitapparates bei den verschiedensten Pflanzen gewiss zu der Annahme berechtigt, dass dem Pollenschlauch das Wachsthum in die Mikropyle hinein von aussen aufgenöthigt wird.

Die Mechanik dieses Vorganges sich freilich in allen Einzelheiten und bei allen Beispielen deutlich zu machen, wird zur Zeit schwerlich gelingen. In vielen Fällen wird schliesslich nur eine physikalisch-experimentirende Methode alle Fragen entscheidend beantworten können. „Wo diese aber auch Platz greifen soll, setzt sie", wie Alexander Braun[2]), richtig bemerkt, „eine vollkommene morphologische, resp. anatomische Orientirung voraus."

Zu einer solchen Orientirung hoffe ich aber zu Gunsten einer künftigen vollkommneren Lösung des vorliegenden Problems durch diese Arbeit einen kleinen Beitrag geliefert zu haben.

---

1) Jenaische Zeitschr. f. Naturw. XIII. p. 6.

2) Monatsber. d. Berliner Akademie. 1875. p. 266.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel XXIII.

Fig. 1—2. Polygonum divaricatum.

Fig. 1. Längsschnitt durch den Fruchtknoten.

Fig. 2. Längsschnitt durch die von dem innern Integument gebildete Mikropyle. K Kernwarze. Vergr. 400.

Fig. 3—4. Daphne Mezereum.

Fig. 3. Längsschnitt durch den Fruchtknoten.

Fig. 4. Längsschnitt durch die vom innern Integument gebildete Mikropyle. Vergr. 300.

Fig. 5—12. Senecio Doria. (Das Leitgewebe ist in den Fig. 5—8 schematisch durch dunkle Linien angedeutet.

Fig. 5. Medianer Längsschnitt durch den Fruchtknoten.

Fig. 6. Querschnitt durch den Griffel bei a in Fig. 5.

Fig. 7. Querschnitt durch den Fruchtknoten bei b in Fig. 5. a gibt die Richtung des medianen Längsschnittes von Fig. 5 an.

Fig. 8. Querschnitt durch den Fruchtknoten bei c in Fig. 5,

Fig. 9. Querschnitt durch den Griffel. Vergr. 400.

Fig. 10. Leitendes Gewebe in der Fruchtknotenwand. o Stück vom Ovulum. Vergr. 400.

Fig. 11. Ein Stück des leitenden Gewebes. c. Cuticula. Vergr. 850.

Fig. 12. Querschnitt durch die Mikropyle. Vergr. 400.

Fig. 13—16. Statice Gmelini.

Fig. 13. Fruchtknoten mit seinen 5 Griffeln.

Fig. 14. Längsschnitt durch den Fruchtknoten.

Fig. 15. Querschnitt durch den Fruchtknoten bei a in Fig. 14.

Fig. 16. Desgl. bei b in Fig. 14. l Leitgewebe.

Fig. 17—21. Ricinus communis.

Fig. 17. Längsschnitt durch ein Fruchtknotenfach.

Fig. 18. Querschnitt durch den Griffel. c Griffelkanal.

Fig. 19. Querschnitt durch den Fruchtknoten gleich unter der Insertionsstelle des Griffels. Der Griffelkanal hat sich in 3 Kanäle gespalten.

Fig. 20. Querschnitt durch den Fruchtknoten etwas tiefer als der vorhergehende geführt, die Eintrittsstellen der 3 Kanäle in die 3 Fruchtknotenfächer zeigend.

Fig. 21. Papillen über der Mikropyle. Vergr. 240.

Fig. 22—23. Euphorbia helioscopia.

Fig. 22. Längsschnitt durch den Fruchtknoten.

Fig. 23. Papillen über der Mikropyle. n Nucellus. Vergr. 300.

Fig. 24—25. Euphorbia loricata.

Fig. 24. Längsschnitt durch das Ovulum.

Fig. 25. Papillen in die Mikropyle hängend. Vergr. 300.

Tafel XXIV.

Fig. 26—27. Mercurialis annua.

Fig. 26. Längsschnitt durch den Fruchtknoten.

Fig. 27. Papillen an der Mikropyle. Vergr. 300.

Fig. 28—29. Linum usitatissimum.

Fig. 28. Längsschnitt durch den Fruchtknoten.

Fig. 29. Papillen über der Mikropyle. Vergr. 240.

Fig. 30. Citrus Aurantium. Papillen mit Stärkekörnern von der Placenta. Vergr. 550.

Fig. 31—32. Phytolacca decandra.

Fig. 31. Längsschnitt durch den Fruchtknoten. (Das Leitgewebe ist schematisch durch dunkle Linien angedeutet.

Fig. 32. Papillen an der Mikropyle. Vergr. 240.

Fig. 33—43. Mahonia Aquifolium.

Fig. 33. Längsschnitt durch den Fruchtknoten.

Fig. 34, 35, 36. Querschnitte durch den Fruchtknoten in verschiedener Höhe. Das Leitgewebe ist schematisch angedeutet.

Fig. 37. Narbenpapillen. Vergr. 400.

Fig. 38. Stück von der Placenta. c Cuticula. Vergr. 300.

Fig. 39. Pollenschläuche an der Placenta. Vergr. 300.

Fig. 40. Epidermiszellen der Innenseite des Carpids. Vergr. 300.

Fig. 41 u. 42. Epidermiszellen der Placenta, die Abhebung der Cuticula bei der Schleimbildung zeigend. Vergr. 850.

Fig. 43. Ovulum im Längsschnitt. c Cuticula.

Fig. 44—49. Ornithogalum nutans.

Fig. 44, 45, 46, 47 u. 48. Querschnitte durch den Griffel und Fruchtknoten in verschiedener Höhe. Die Lage des Leitgewebes ist durch dunkle Linien angedeutet.

Fig. 49. Papillen der Placenta mit Schleim überzogen. Vergr. 300.

Fig. 50. Anthericum Liliago. Papillen des Funikulus vor der Mikropyle mit Schleim überzogen, in dem Pollenschläuche eingebettet sind. Vergr. 300.

Fig. 51. Ornithogalum pyramidale. Papillen der Placenta. Die Cuticula c wird bei der Schleimbildung abgehoben. Vergr. 550.

Fig. 52—58. Verbascum Thapsus.

Fig. 52, 53, 54. Papillen der Placenta, die Cuticularabhebung zum Zwecke der Schleimbildung zeigend. Vergr. 850.

Fig. 55, 56, 57. Querschnitte durch den Fruchtknoten in verschiedener Höhe.

Fig. 58. Ovulum.

Tafel XXV.

Fig. 59—60. Cereus speciosus Hort.

Fig. 59. Ovulum.

Fig. 60. Einzelne Papille vom Funikulus. Vergr. 400.

Fig. 61—62. Atherurus ternatus.

Fig. 61. Längsschnitt durch den Fruchtknoten.

Fig. 62. Längsschnitt durch die Mikropyle. Vergr. 240.

Fig. 63—64. Arum maculatum.

Fig. 63. Längsschnitt durch den Fruchtknoten.

Fig. 64. Papillen von der Placenta. Vergr. 90.

Fig. 65—67. Philodendron pinnatifidum.

Fig. 65. Längsschnitt durch den Fruchtknoten.

Fig. 66. Ovulum.

Fig. 67. Papillen von der Placenta. Vergr. 300.

Fig. 68—70. Acorus Calamus.

Fig. 68. Längsschnitt durch den Fruchtknoten.

Fig. 69. Ovulum.

Fig. 70. Papillen vom äussern Integument. Vergr. 240.

Fig. 71. Helicodiceros crinitus. Längsschnitt durch den Fruchtknoten nach Schott, Aroideae 1853 Tab. 27.

Fig. 72—73. Calla palustris.

Fig. 72. Längsschnitt durch den Fruchtknoten.

Fig. 73. Längsschnitt durch das Ovulum.

Fig. 74—77. Luzula pilosa.

Fig. 74. Längsschnitt durch den Fruchtknoten.

Fig. 75. Querschnitt durch denselben.

Fig. 76. Leitgewebe. Vergr. 240.

Fig. 77. Papillen in die Mikropyle ragend. Vergr. 400.

Fig. 78—83. Saponaria ocymoides.

Fig. 78. Querschnitt durch den Fruchtknoten zur Blüthezeit.

Fig. 79. Papillen des Leitstranges. Vergr. 300.

Fig. 80. Längsschnitt durch den Fruchtknoten in der Richtung b von Fig. 78.

Fig. 81. Desgl. in der Richtung a von Fig. 78.

Fig. 82. Querschnitt durch den oberen Theil des Fruchtknotens im Knospenzustande.

Fig. 83. Querschnitt durch den Fruchtknoten in mittlerer Höhe im Knospenzustande.

Fig. 84—85. Lychnis vespertina.

Fig. 84. Papillen des Leitbandes. Vergr. 240.

Fig. 85. Spitzen zweier Papillen, die abgehobene Cuticula ist mit c bezeichnet. Vergr. 550.

Fig. 86—88. Anagallis arvensis.

Fig. 86. Längsschnitt durch den Fruchtknoten.

Fig. 87. Papillen der Placenta. Vergr. 550.

Fig. 88. Epidermiszellen der Innenseite der Fruchtknotenwand. Vergr. 550.

Fig. 89. Längsschnitt durch den Fruchtknoten von Primula sinensis.

Fig. 90. Desgl. von Primula elatior.

Ueber

kiementragende Tritonen.

Von

Otto Hamann.

Hierzu Tafel XXVI.

Beim Ausräumen eines Brunnens am 10. Juni dieses Jahres wurden mit dem Schlamme auch eine Anzahl von Tritonen heraufgebracht. Die Thiere fielen sofort durch die langen Kiemenbüschel auf, die sie trotz ihrer Grösse noch trugen.

Obgleich die Tritonen sofort in Wasser gebracht wurden, gelang es doch nicht auch nur einen derselben bis zum nächsten Tage lebend zu erhalten.

Zunächst wurden zwei Farbenskizzen angefertigt und die Thiere zur Untersuchung in Alkohol gelegt.

Herr Prof. Haeckel, mein hochverehrter Lehrer, hatte die Güte mir die Untersuchung zu übergeben und bei der Arbeit mit seinem Rathe zur Seite zu stehen, wofür ich zu grossem Danke verpflichtet bin.

Specieller Theil.

Es waren im Ganzen sechs Thiere gefangen worden, die in der Grösse variirten.

Die Länge des grössten Triton beträgt 8 cm; hiervon kommen auf den Rumpf bis zur Cloakenmündung 4,6 cm, während der Schwanz 3,4 cm lang ist.

Der Körper ist gedrungen, in der Mitte etwas bauchig erweitert, besonders der der grösseren Thiere. Der Kopf ist breitgedrückt; die grösste Breite erreicht er an den Kiemen. Ebenso ist die Schnauze breit. Die Oberlippe ragt an den Mundwinkeln mit einem Hautsaume über die Unterlippe. Was die Augen anlangt, so sind dieselben kleiner, als bei normalen Thieren.

An der Kehle vor den vorderen Extremitäten gelegen befindet sich die Kehlfalte, welche in der Mitte einen weit nach vorn einspringenden Winkel zeigt. Jederseits des Kopfes befinden sich drei äussere baumförmig verästelte Kiemenbüschel, welche beim grössten Thiere 0,6 cm messen. Die Blutgefässe in denselben zeigten sich vollkommen gefüllt, ein Zeichen, dass die Kiemen in Funktion gestanden hatten.

Die Haut ist glatt, schwarz pigmentirt, und von geringer Dicke, sodass man an der ventralen Fläche die Eingeweide durchschimmern sieht (Fig. 1). Die Grundfarbe der Oberseite ist graubraun mit schwarzen Flecken bedeckt, die Unterseite ist weiss gefärbt. Die Extremitäten zeigen eine gedrungene Gestalt, gleichen jedoch im übrigen denen normaler Individuen, die Grösse der vorderen beträgt 1,3 cm, die der hinteren Extremitäten 1,4 cm.

Der Schwanz, der in eine dünne Spitze ausläuft, ist von einer dünnen einen mill. hohen Hautfalte begrenzt und zwar sowohl auf der dorsalen wie auf der ventralen Seite. Die Hautfalte beginnt in der Mitte des Rückens zwischen vorderen und hinteren Extremitäten.

Was nun die innere Organisation anlangt, so war dieselbe bei sämmtlichen Thieren die gleiche. Vor allen fielen zwei grosse Gaumenplatten auf, welche bei den Larven der Salamandriden sich an Stelle der erst später auftretenden bleibenden Zähne finden. Die beiden Gaumenplatten bilden einen Halbkreis. Sie sind schon mit vollkommen entwickelten Zähnen versehen, wie sie von O. Hertwig[1]) beschrieben sind. Sie besitzen eine kegelförmige Gestalt. Auf der Spitze sitzt ein gelb gefärbtes Schmelzhäutchen, welches bei manchen Zähnen abgestossen war. Weiter ist deutlich eine Dentinschicht zu unterscheiden, welche von kleinen Kanälchen durchzogen wird, und drittens das Cement (s. Fig. 5).

Die Untersuchung des Unterkiefers ergab dieselbe Beschaffenheit der Zähne und zwar zwei Reihen derselben, die eine auf dem Os dentale, die zweite auf dem Os operculare aufsitzend. Die Oberkieferzähne befinden sich in einer Reihe, die jedoch nur bis zur inneren Oeffnung der Choanen reicht. Der Zungenbein-Kiemenbogenapparat ist larvenartig gestaltet (s. Fig. 3). Die grossen Hörner bestehen aus zwei Abschnitten, die knorpliger Natur sind. Das ganze Kopfskelet ist breiter als bei normalen Thieren es der

---

[1]) O. Hertwig, Ueber das Zahnsystem der Amphibien. Archiv für mikroskop. Anatomie. Supplementband 1874.

Fall ist. Es ähnelt dem von v. Ebner[1]) beschriebenen Triton cristatus.

Die Untersuchung der Geschlechtsorgane ergab, dass dieselben noch nicht vollkommen ausgebildet waren. Sämmtliche Thiere waren männliche. Wie bei normalen Thieren, so finden sich auch hier ein Paar Fettkörper. Die histologische Betrachtung der Leber zeigte dieselbe mit Fett imprägnirt. Schon die gelbliche Färbung deutete darauf hin.

Was die Lungen anlangt, so finden sie sich mit Luftblasen angefüllt und von normaler Grösse. Der Magen war ebenso wie der Darm angefüllt von Larven wasserbewohnender Insekten. — Es war also reichliche Nahrung vorhanden.

Dass die eben beschriebenen Thiere Tr. cristat. zugezählt werden müssen, scheint schon durch ihre Grösse bedingt, weiter aber durch die Kehlfalte, welche nur bei dieser Art vorkommt, Trit. alpestris aber, der auch in hiesiger Gegend gefunden wird, dieselbe entbehrt. —

Geschichtlicher Theil.

Wir wollen nun zunächst die bis jetzt zur Beobachtung gelangten Fälle von erwachsenen kiementragenden Tritonen betrachten.

Der erste Fall wurde von Schreibers[2]) vor 50 Jahren beobachtet. Er bezieht sich auf Triton taeniatus. Die Thiere werden als mit sehr entwickelten Kiemen versehen geschildert. Die Geschlechtsorgane waren sehr entwickelt.

Ein zweiter Fall wird von Jullien[3]) mitgetheilt. Ueber die Grösse sowohl als auch über die Zeit des Fundes wird nichts Näheres mitgetheilt. Ebensowenig findet sich eine Angabe, ob ausser den acht gefundenen Tritonen (sie gehörten der Art Tr. taeniatus an), noch normale Thiere beobachtet wurden. Die von ihm beschriebenen weiblichen Exemplare werden als geschlechtsreif bezeichnet, während in den Hoden von vier männlichen Tritonen sich nur Samenmutterzellen nicht aber Samenfäden fanden.

---

[1]) v. Ebner, Ueber einen Triton cristatus mit Kiemen. Mittheilungen des naturwissenschaftlichen Vereines für Steiermark. 1877.

[2]) Schreibers, Ueber die Verschiedenheit des gefleckten und des schwarzen Erd-Salamanders. Isis 1833. p. 528.

[3]) Observations de têtards de Lissotriton punctatus reproduisant l'espece. Comptes rendus. T. 68 p. 938; citirt von C. v. Siebold in Zeitschrift für Zoologie. Band 28 p. 68.

Weiter liegen dann die bekannten Mittheilungen von Filippi[1]) vor, der in der Nähe von Andermatten 48 Tritonen alpestris antraf, die obgleich vollkommen ausgewachsen noch ihre Kiemen besassen und als geschlechtsreif gefunden wurden. Die Thiere besassen provisorische Gaumenplatten, die an ihren Innenrändern eine Reihe wahrer Zähne erkennen liessen. Dann wird unter andern erwähnt, dass die Lungen mit Luft angefüllt gewesen seien, also gleichzeitig mit den Kiemen sich in Thätigkeit befunden haben. Auch über die Nahrung berichtet Filippi. Er fand in dem Darme kleine Cyclasmuscheln.

Ein vierter Fall wurde von v. Ebner[2]) beschrieben, der unter einer Anzahl von normalen Tritonen einen solchen mit Kiemen und vollkommen entwickelten Hoden erhielt. Sämmtliche Thiere waren aus ein und demselben Fundort. Die Grösse und Färbung wird als ähnlich der des Triton cristatus beschrieben, welcher Art das Thier schon seiner Höhe nach — es misst 10 cm — nur angehören kann.

In wiefern stimmt nun unser Fund mit diesen eben beschriebenen überein?

Die genannten Fälle betreffen Triton alpestris (Filippi), und Triton taeniatus (Schreibers). v. Ebner beobachtete zuerst Triton cristatus. Das von ihm beschriebene Thier ähnelt in den meisten Stücken den unsrigen sechs Tritonen, die wir, wie oben schon gesagt, auch dieser Art zuzählen.

Was nun zunächst die Kiemen anlangt, so beschreibt Schreibers an seinen Tritonen sehr entwickelte, während bei Filippi und Jullien sich keine näheren Angaben finden. v. Ebner hingegen betont die Kleinheit der Kiemen, „jederseits befinden sich 3 kurze äussere Kiemen von 2—3½ mm Länge.“ Im unsrigen Falle besitzen die Kiemenbüschel die Länge von 6 mm, also das Doppelte.

Ueber die Lungen giebt Schreibers und Jullien nichts Näheres an. Filippi betont, dass die Lungenarterien deutlich ausgebildet und die Lungen selbst mit Luft angefüllt gewesen seien. Es stimmt diese Angabe mit der unsrigen überein. v. Eb-

[1]) Filippi, Ueber die Larve des Triton alpestris, mitgetheilt von C. v. Siebold, Zeitschrift für mikroskop. Anatomie, 28. Band.

[2]) v. Ebner, Ueber einen Triton cristatus mit Kiemen, Mittheilungen des naturwissenschaftl. Vereines f. Steiermark, Jahrgang 1877.

ner giebt an, dass die Lungen etwas verkümmert waren und sich zu denen der normalen Thiere wie 3 : 4 verhielten. —

Die Geschlechtsorgane waren bei den von Schreibers gefundenen noch nicht vollkommen entwickelt, so wie es also bei den unsrigen auch der Fall ist. Auf das Unausgebildetsein der Geschlechtsorgane ein besonderes Gewicht legen zu wollen, wie es von Ebner will, der streng zwischen perennirenden Larven- und geschlechtsreifen kiementragenden Tritonen unterscheidet, scheint, wenigstens in unserem Falle, nicht am Platze zu sein. Da, wenn die Hoden einmal eine bestimmte Grösse und Ausbildung erreicht haben, auch ihre volle Reife zu erwarten steht, wofern den Thieren nicht die Nahrung fehlt. In unseren Tritonen waren aber, wie schon erwähnt, sowohl Magen wie Darm prall angefüllt von Insekten. Dann ist zu betonen, dass die Thiere jedenfalls im zweiten Jahre standen, die Geschlechtsorgane also noch gar nicht ausgebildet sein konnten, da erst im dritten Jahre die Geschlechtsreife eintritt [1]).

Von den Extremitäten ist zu berichten, dass dieselben nicht wie im v. Ebner'schen Falle „schlank und larvenartig mit sehr zarten Fingern und Zehen" versehen waren, sondern denen normaler Thiere glichen.

Die Beschreibung der Haut, die v. Ebner giebt, stimmt mit der unsrigen überein. In beiden Fällen erscheint dieselbe glatt und viel dünner als bei normalen Thieren. Auch die von ihm erwähnte feine Punktirung der Hautdrüsen ist übereinstimmend, vorzüglich am Kopf.

Während nun als Fundort in sämmtlichen Fällen Teiche angegeben sind, wurden die unsrigen Molche im Brunnen gefunden. Durch diesen veränderten Aufenthalt, — die Thiere sind entweder jung in den Brunnen gerathen, oder es sind schon vor ihnen Generationen in demselben gewesen, was jedoch nur eine Behauptung ist, für die allerdings manches spricht — ist nun auch die veränderte Färbung zu erklären. So findet sich die nach Schreiber [2]) Triton cristatus zukommende orangerothe mit schwarzen Flecken besetzte Bauchseite nicht.

Sehr interessant ist das Verhalten der Gaumenplatten, überhaupt der Zähne.

Die von Filippi beschriebenen 2 Gaumenplatten mit Zähnen

[1]) Vergl. Claus, Grundzüge der Zoologie, 3. Aufl. p. 900. van der Hoeven, Handbuch der Zoologie, Band 2. p. 258.

[2]) Schreiber, Herpetologia Europaea, Braunschweig, 1875. p. 50.

an ihren Innenrändern, finden sich auch hier, nur dass die Zähne vollkommen entwickelt sind (s. oben). Weiter reichen „die Oberkieferzähne nur bis zum hinteren Rande der inneren Nasenöffnung“, genau wie von Ebner es beschreibt. Desgleichen sind auch wie im eben genannten Falle noch eine zweite Reihe von Unterkieferzähnen vorhanden, welche von der ersten durch eine Furche getrennt werden (s. Fig. 4).

Es scheint zwischen den bleibenden Kiemen und der Zahnstellung eine Correlation [1]) zu bestehen, so zwar, dass die ersteren letztere bedingen. Dass überhaupt in unserem Falle eine Menge von Wechselwirkungen zwischen den Organen bestehen, ist natürlich, nur ist es schwierig mit Bestimmtheit dieselben angeben zu wollen.

Nachdem wir so die Hauptvergleichspunkte der verschieden bisher bekannt gegebenen Fälle hervorgehoben haben, wollen wir zur Erklärung derselben übergehen.

Allgemeiner Theil.

Eine ausführliche und scharfsinnige Deutung hat Weismann gegeben in einem längeren Aufsatz „Ueber die Umwandlung des mexikanischen Axolotl in ein Amblystoma“ [2]).

Weismann deutet die beschriebenen Fälle von kiementragenden Tritonen als Rückschlagsfälle und betrachtet sie als „Analoga“ des bei Axolotl auftretenden Vorganges, die er also auch als Rückschlag auffasst. Dies nöthigt uns auch auf die Axolotlfrage einzugehen.

Dieser Anschauung steht eine andere gegenüber, welche alle diese Vorgänge als durch Anpassung, durch veränderte Lebensweise hervorgerufene erklärt. Welche dieser beiden Erklärungen hat die grössere Wahrscheinlichkeit für sich? Diese Frage zu beantworten ist der Zweck der folgenden Zeilen.

Bekanntlich wurde der Axolotl (Siredon) früher für einen Kiemenmolch gehalten, der zeitlebens in diesem „fischähnlichen Zustande“ verharren sollte, bis vor einem Decennium ein Theil der Axolotl, die im Pariser Pflanzengarten gehalten wurden, ans Land ging, hier ihre Kiemen verloren, nur noch durch Lungen athme-

[1]) Vergl. über dieselbe den zehnten Vortrag 1. E. Haeckels Natürl. Schöpfungsgeschichte, 7. Auflage.

[2]) S. Zeitschrift für Zoologie. Supplementband 25. 1875. p. 298.

ten und sich so in eine unserem Landsalamander ähnliche Form verwandelten. Diese Thiere wurden in diesem Zustande geschlechtsreif. Diese Vorgänge sind dann weiter von anderen experimentell beobachtet worden[1]).

Weismann stellt nun zunächst fest, dass noch jetzt Siredonarten, also kiementragende Axolotl, existiren, die sich regelmässig in die kiemenlose Form, die Amblystomaform, umwandeln, und zwar in Nebraska, Californien, Neu-Mexiko, Texas, Kansas und Minnesotah, dass aber anderseits mindestens zwei Arten vorkommen, die nur als Siredon sich fortpflanzen. Von diesen beiden Arten lebt die eine in den Seen um Mexiko. Weismann führt dann weiter aus, dass diese Arten früher auch sich als Amblystoma fortgepflanzt haben, durch die Aenderung des Klimas, vor allen durch eingetretene Trockenheit, gezwungen worden seien sich ins Wasser zurückzuziehen, hier geschlechtsreif wurden und sich fortpflanzten. Diese Erscheinungen führt er auf Rückschlag zurück. v. Ebner entgegnet sehr richtig, dass, wenn man den Ausdruck „Rückschlag“ im Sinne Weismann's fasst, man in einen „geschlossenen Ring von Rückschlägen“ geräth. „Denn das Amblystoma, welches sich aus den Eiern eines Axolotl entwickelt, ist eine Rückschlagsform des Axolotl; umgekehrt aber auch das Axolotl selbst eine Rückschlagsform des Amblystoma.“

Wie schon angedeutet, werden nun auch die Tritonenfälle so gedeutet, indem er die kiementragenden Thiere als eine Rückschlagsform auf die frühere phylogenetische Stammform betrachtet. Einer Erklärung durch Anpassung tritt Weismann entschieden entgegen als Missbrauch mit der hergebrachten Bedeutung des Wortes Anpassung, indem er sowohl Haeckel als Siebold vorwirft, das Wort in nicht darwinistischem Sinne gebraucht zu haben. Darwin habe unter Anpassung verstanden eine „allmälige im Laufe von Generationen eintretende Umbildung des Körpers, nicht aber die Folge einer einmaligen und bei einer Generation plötzlich und direkt wirkenden Abänderungsursache.“

Gesetzt nun, Darwin habe Anpassung so definirt, so würden wir doch das Recht haben, diesen Ausdruck anders zu definiren, denn es kommt doch wahrlich nicht darauf an, ob wir die in einer oder zwei Generationen — wo soll überhaupt die Grenze sein? — eingetretenen Umbildungen als Anpassung bezeichnen. Weis-

---

[1]) S. Zeitschrift für wissenschaftl. Zoologie, Marie von Chauvin, Band 27, 1877, p. 522.

mann vergisst zwischen Anpassung und Anpassungsfähigkeit[1]) zu unterscheiden. Letztere ist eben bei verschiedenen Thierarten verschieden.

Wir fassen also die kiementragenden geschlechtsreifen Tritonen als durch Anpassung aus Wasserleben, entstanden auf. Es ist dies die einfachste Erklärung, also auch die wahrscheinlichste; und nach einer solchen zu suchen ist unsere Aufgabe.

Auf dieselbe Weise erklären wir uns auch die Entstehung der Siredonart um Mexiko.

Nehmen wir auch mit Weismann an, dass ursprünglich in den Seen um Mexiko die Amblystomaform erreicht wurde und dass das Klima sich änderte, die Luft trockener und trockener wurde, sodass für die Amblystomen der Aufenthalt auf dem Lande unmöglich wurde. Diejenigen Thiere, die nun ans Land sich begaben, gingen zu Grunde; diejenigen aber, welche im Wasser weiter zu leben am anpassungsfähigsten waren, werden sich hier weiter entwickelt haben und geschlechtsreif geworden sein. Dass nun diese Siredonen wieder im Pariser Pflanzengarten das Wasser verliessen, hängt jedenfalls mit der Aenderung des Wohnortes zusammen, indem hier durch Temperaturunterschiede, durch Luftwechsel die Thiere bewogen wurden sich wiederum dem Landaufenthalt anzupassen. Es sind also stets äussere Verhältnisse, welche die Salamandriden zwingen, sich, sei es an Wasser-, sei es an's Landleben, anzupassen. — Dass die Anpassungsfähigkeit aus Wasser bei den Salamandriden sehr gross sein muss, ist selbstverständlich, da sie in der Jugend im Wasser leben. — Filippi sagt am Ende seiner Abhandlung, dass ein sehr energisch oder längerwährender Einfluss, durch welchen das Larvenstadium um vieles verlängert wird, unter ununterbrochener gleichmässiger Fortdauer ganz eigenthümliche und auffallende Wirkungen hervorbringt, welche darin bestehen, dass der junge Triton, sowie er in das Larvenstadium eingetreten ist, aus demselben nicht wieder heraustritt und sich ohne die Kiemen zu verlieren fortpflanzt. Wir haben es dann mit einer neuen beginnenden Art zu thun. Auch v. Ebner meint: Was diese weit gehende Bildungshemmung — als solche betrachtet er das Auftreten von geschlechtsreifen Urodelenlarven — vor anderen besonders auszeichnet, ist die dadurch gegebene Möglichkeit der Entstehung einer existenzfähigen Thiervarietät, welche von der

[1]) Vergl. E. Haeckel, Natürliche Schöpfungsgeschichte, 7. Auflage. 1880. p. 179 und Generelle Morphologie. II. 191.

Stammart so weit verschieden ist, dass derselben der systematische Werth einer weit abweichenden Gattung zuerkannt werden muss. Ob solche Varietäten an beliebigen Urodelenlarven durch äussere Einflüsse erzeugt werden können, muss vorderhand noch dahingestellt bleiben."

In unserem Falle sind nun in Wirklichkeit direkte äussere Einflüsse, wie der Zwang im Wasser des Brunnens bleiben zu müssen, und sich entweder anzupassen, oder zu Grunde zu gehen, die Ursache zu den verschiedenen beschriebenen Bildungen gewesen. Hätten sich nun diese Bildungen vererbt, so wäre es in diesem Falle zu einer, wie Ebner verlangt, von der Stammform abweichenden Thiervarietät gekommen und wir hätten hiermit „einen schlagenden Beweis für die Macht der Anpassung." —

Erklärung der Tafel.

Fig. 1. Das Thier in natürlicher Grösse von unten.

Fig. 2[a, b]. Der Kopf mit den Kiemen, vergrössert von oben und von der Seite.

Fig. 3. Zungenbeinkiemenbogenapparat.
c = Zungenbeinkörper.
h = Zungenbeinhorn.
b^1—b^4 = 1.—4. Kiemenbogen.

Fig. 4. Linke Unterkieferhälfte, vergrössert
a = *Os* angulare.
d = *Os* dentale.
m = Cartilago Meckelii.
o = *Os* operculare.

Fig. 5. Zähne aus dem Unterkiefer, vergrössert
d = Dentin.
r = Zahnbeinröhrchen.
s = Schmelzspitze.
c = Cement.

Fig. 6. 2 Zähne von den Gaumenplatten, vergrössert
Buchstaben wie in Fig. 5.

Ueber

Mustela itatsi

Temminck und Schlegel.

Von

Prof. Dr. D. Brauns

in Tokio.

Hierzu Tafel XXVII.

Eine Monographie über ein einzelnes, nicht neues Säugethier könnte vielleicht auf den ersten Blick als ein wenig bedeutsamer Gegenstand erscheinen; allein abgesehen davon, dass das Vaterland des obenbezeichneten Thiers, Japan, an Säugethieren und insbesondere an Raubthieren keineswegs sehr reich ist, nimmt dieses Land auch in Folge seiner Lage ein erhöhtes Interesse in Anspruch. Endlich dürfte die Thierart selbst, um die es sich, wie der Verlauf ergeben wird, im vorliegenden Falle handelt, in systematischer, wie in thiergeographischer Hinsicht von einer gewissen Bedeutung sein.

Sehr bald nach meiner Ankunft in der Hauptstadt Japans fiel mir das Itatsi auf, da es nicht nur sehr häufig bis in die Gärten und bis auf die Dächer der Häuser in den aussen belegenen Theilen der Stadt Tokio — wie nicht minder in die kleinen Städte und Dörfer der Umgegend — dringt, sondern auch als beliebtes Pelzthier zur Winterzeit häufig in den Handel gebracht wird. Mir war auch sofort die Aehnlichkeit in die Augen gesprungen, die dieses Thier mit unserem Nörz, dem Foetorius Lutreola L., hat, und war ich daher nicht wenig überrascht, in der schönen Arbeit Temminck's und Schlegel's über die Säugethiere in von Siebold's Fauna Japonica (der betreffende Band zu Leiden 1850 mit lateinischem Titel, sonst in französischer Sprache erschienen) wohl eine Vergleichung des Itatsi mit dem Iltis, aber keine Zusammen-

stellung desselben mit dem Nörz zu finden. Dass kein Marder vorliegt, geben die genannten Autoren durch die Wahl des französischen Namens — Putois Itatsi — genugsam zu erkennen; auch ergiebt es sich sofort aus dem im genannten Werke (Tafel VII, Fig. 2) abgebildeten Schädel, der ganz deutlich oben 2 Lückenzähne zeigt — im Gegensatze gegen Mustela melampus, deren Schädel dicht daneben mit 3 oberen Lückenzähnen abgebildet ist. Mir liegen von beiden Arten mehrere Schädel vor, welche dies durchaus bestätigen, und auch die Zahl der unteren Lückenzähne ganz in Uebereinstimmung mit der Zahnformel ihrer Genera zeigen; das Itatsi hat deren 3, die Mustela melampus oder der Ten 4. Zur Ergänzung der citirten Abbildung bilde ich in Fig. 1 einen Itatsi-Schädel in der Seitenansicht mit aufgesperrtem Unterkiefer ab, so dass auch die Zahl der unteren Lückenzähne ersichtlich wird. Im Uebrigen unterscheidet sich die hier gegebene Abbildung von der des Siebold'schen Werkes noch durch die grössere Länge des Schädels. Diese Differenz ist — zum Theil wenigstens — wohl dadurch bedingt, dass ein kräftiges männliches Thier für meine Abbildung gewählt ward; ich messe dessen Schädellänge von Nase bis Hinterhaupt 58 Millimeter. Dies ist gleichwohl nichts Ausnahmsweises; in den Sammlungen zu Tokio habe ich fast durchgängig 55 bis 59 Millimeter, im Mittel mindestens 56 gefunden, während die Siebold'sche Abbildung für dieselbe Abmessung kaum 52 Millimeter ergiebt. Die Differenz ist um so auffälliger, als sie ganz der hinteren Schädelhälfte zukommt.

Was nun die weitere Einordnung des Itatsi in eine der Unterabtheilungen des Geschlechtes Foetorius Keyserling und Blasius anlangt, so hätte vor Allem die gleich zu Eingange der Abhandlung über Mustela Itatsi (pag. 34 des citirten Werkes) von Temminck und Schlegel hervorgehobene Verschiedenheit der Färbung von Itatsi und Iltis auf eine Zusammenstellung des ersteren mit dem Nörz leiten sollen. Denn unter den 3 Hauptsippen von Foetorius zeichnen sich die Iltisse durch dunkle, die Wiesel durch weisse Unterseite aus; die Sumpfottern dagegen, deren Repräsentant der Nörz ist, zeigen keinen Gegensatz von oben und unten. Ein solcher Gegensatz findet sich nun auch beim Itatsi nicht, vielmehr eine sanfte, im Totalbetrage nur geringe Abschattirung von Dunkel zu Hell, manchmal ein wenig stärker ausgesprochen, manchmal sehr wenig und nicht mehr, als dies an Nörzfellen zu bemerken; wie ja auch die Abbildung v. Siebold's ein solches Individuum (l. c. Taf. VII, Fig. 1) darstellt. In der Regel ist nur ein

40 bis 50 Millimeter breiter Rückenstreifen etwas dunkler; er schattirt sich dann auf etwa 20 Millimeter Breite jederseits ein wenig ab, und dann bleibt die Farbe über die Bauchseite sich gleich. Sie ist am Besten rostbraun zu nennen, meistens, aber keineswegs immer heller als die des Nörz. Die citirte Abbildung giebt ein ausnahmsweise dunkles Colorit; die Beschreibung ist in dieser Beziehung im Allgemeinen zutreffender. Sie hebt auch ganz richtig die Kürze der Haare gegen den Iltis hervor; im Vergleich zum Nörz ist die Differenz erheblich geringer. Dass sie aber immer noch bleibt, ist bei der südlichen Lage und dem milden Winter Japans völlig erklärlich und findet sich in gleichem Verhältnisse bei anderen Pelzthieren. Auf alle Fälle ist die Maximallänge der Haare (20 Millimeter circa beim Nörz) auch beim Itatsi zu finden. Die angegebenen Unterschiede von Sommer- und Winterhaar übergehe ich, als sie in analoger Weise an vielen Thierarten auftreten. Das Wollhaar ist bei unserem Nörz, wie beim Itatsi stets bräunlich grau, im Sommer schwächer.

Die Farbenzeichnungen, welche sich beim Nörz finden, bestehen vorzüglich in einem etwas unregelmässigen weissen Fleck auf beiden Lippen und einem kleinen weissen Fleck vorn unter dem Halse. Beides findet sich am Itatsi. Die Lippen sind scharf weiss gezeichnet, wie dies auch die Siebold'sche Abbildung darthut und wie es nebenstehend auf Fig. 3 in grösserem Maassstabe (natürlicher Grösse) zu sehen. Dieser weisse Fleck erscheint an der Oberlippe um so auffälliger, als seine Umgebung auch bei sonst heller gefärbten Individuen dunkelbraun ist. Jedoch ist diese dunkle Farbe, ausser gegen die weisse Schnauze, nicht scharf begränzt. Die Kehle ist ziemlich hell, jedoch nicht in solchem Grade, dass nicht stets der kleine weisse Fleck zum Vorschein käme. Ich habe bisher kein Itatsifell gesehen, an welchem er nicht zu beobachten gewesen wäre; gewöhnlich hat er 10 Millimeter im Durchmesser und ist ca. 80 Millimeter von dem Maule entfernt. Füsse und Schwanz, namentlich erstere, sind, ganz wie beim Nörz, etwas dunkler, als der übrige Pelz.

Keinen sehr sicheren Anhaltspunkt für die Klassification möchten Schwimmhäute (Bindehäute der Zehen) und Gaumenfalten geben; allein auch sie stimmen mit denen des Nörzes vollkommen überein.

Dasselbe ist der Fall mit den nackten Zehenballen und Sohlenschwielen, und da diese einen Unterschied der Sumpfottern gegen die Iltisse und Wiesel abgeben, so sind in Fig. 4 u. 5 die

Sohlen des Itatsi abgebildet. Man ersieht sofort die Uebereinstimmung mit dem Nörz („auf der Sohle nur eine mittlere herzförmige Schwiele und die Ballen an den Zehenspitzen nackt“ nach Keyserling und Blasius, Wirbelthiere Europas, pag. 69, wogegen bei den übrigen Unterabtheilungen vom Geschlechte Foetorius die Vorderfüsse 10, die Hinterfüsse 9 nackte Ballen haben, ibid. pag. 68).

Noch andere gemeinsame Charaktere, wie z. B. die Kürze der rundlichen Ohren, liessen sich hervorheben, und dagegen würde man vergebens irgend welchen Unterschied suchen. Ganz besonders aber sind es die Eigenthümlichkeiten der Bezahnung, welche das Augenmerk auf sich zu lenken haben. In dieser Beziehung gilt zunächst für die unteren Vorderzähne, dass der zweite derselben nicht mit der Schneide, sondern nur mit der Basis gegen die übrigen zurücktritt; auch dies stimmt mit den Artkennzeichen des Foetorius Lutreola L. überein. Dasselbe gilt hinsichtlich des Grössenverhältnisses der Vorderzähne, indem unten der äussere den zweiten nicht wesentlich übertrifft, oben aber (wie bei Foetorius überhaupt) die äusseren erheblich grösser sind, als die 4 mittleren. Endlich findet sich ein wichtiges Merkmal in Gestalt des oberen Höckerzahnes, der nach innen stark verbreitert ist und namentlich auch weiter nach vorn tritt, als an der Aussenseite. Man hat bekanntlich, und gewiss nicht ohne Grund, diese Ausbildung des Höckerzahnes zu der Lebensweise des Nörzes in Beziehung gebracht; ob dies für den Itatsi in gleicher Weise gilt, wird im Folgenden noch zu berühren sein. In Folge dieser Ausbildung ist der Höckerzahn nach vorn flach concav. Das Vortreten des stark verbreiterten inneren, flacheren Theils der Krone des Höckerzahns wird als ein besonderes werthvolles Artkennzeichen hervorgehoben.

Hinsichtlich der Gestalt des Schädels im Ganzen findet sich ein Unterschied in dem Umrisse des Stirnbeins zwischen Iltissen, Wieseln und Sumpfottern. Wie die obere Ansicht des Schädels Fig. 2, darthut, gehört das Itatsi auch in dieser Beziehung aufs Entschiedenste zu den Letzteren. Nach Blasius (Fauna der Wirbelthiere Deutschlands etc. pag. 220 f.) liegt bei den Iltissen die grösste Verengerung des Stirnbeins in der hinteren Schädelhälfte, was hier nicht der Fall; bei den Sumpfottern liegt sie, wie beim Itatsi, unmittelbar vor der Schädelmitte, während sie bei den Wieseln noch weiter nach vorn und dem Jochfortsatze des Stirnbeins näher liegt. Die Entfernung des genannten Fortsatzes von dem

vorderen Augenhöhlenrande ist bei den Wieseln geringer, beim Nörz und Itatsi reichlich so gross, als die Entfernung jenes Fortsatzes von der Stelle der grössten Verengerung des Stirnbeins.

Was die absolute Grösse und das Verhältniss der einzelnen Theile anlangt, so gebe ich eine Vergleichung der an europäischen Nörzen und an den mir vorliegenden Exemplaren gefundenen Maasse in Millimetern.

	Europäischer Nörz.	Itatsi.
Totallänge	515—540	520—530
Körperlänge	380	375—380
Schwanzlänge	150	145—150
Kopflänge	72 (am lebenden Thier gemessen)	70—72 (ebenso)
Auge bis Schnauzenspitze (Mitte des Auges)	22 (desgl.)	22 (desgl.)
Schnauzenspitze bis an's Ohr	43 (desgl.)	43 (desgl.)
Oberarm	35	36
Unterarm	42	42
Vorderfuss mit Nagel	45 (total).	44
Oberschenkel	42	42
Unterschenkel	49	49
Hinterfuss mit Nagel	56 (total).	56.

Hinsichtlich sonstiger Maasse verweise ich auf die Abbildungen.

Die Zahl der Schwanzwirbel (vom Kreuzbein bis zur Spitze im Ganzen 19) kann ich momentan nicht mit der des Nörzes vergleichen.

Fügen wir hinzu, dass die Statur, die Kürze der Füsse am lebenden Thier, die Art der Bewegungen, die Stimme u. s. w. ganz die nämlichen sind, so bleibt in der That nur noch übrig, die Lebensweise beider Thiere ins Auge zu fassen, und auch da wieder findet sich eine so grosse Uebereinstimmung, als sie sich unter den veränderten äusseren Bedingungen nur denken lässt. Der Nörz ist in Europa durch seinen Aufenthalt am Wasser, durch seine Vorliebe für Fische und Krebse von seinen Gattungsverwandten auffällig unterschieden; dass jedoch seine Nahrung nur zum Theil aus kaltblütigen Thieren besteht, ist allgemein anerkannt. Gerade so verhält sich das Itatsi. Temminck und Schlegel sagen (l. c. p. 34), dass es sich von Vögeln, Mäusen,

selbst von Fischen und Krebsen nährt, daher sowohl auf dem Lande, als am Wasser vorkommt. Dies ist in strengstem Sinne wahr. Ganz besonders heben alle Japaner seine Vorliebe für Krustaceen hervor, und diese ist bekanntlich auch beim Nörz so gross, dass Pallas für sein Fehlen in Sibirien das Fehlen der Krebse als Grund ansah. Dem Itatsi macht nun kein Wiesel oder Iltis, im offenen Lande sogar kein Marder Concurrenz — Mustela melampus Temminck und Schlegel, der Ten der Japaner, der dem Baummarder ähnlich lebt und im Skelett zwischen ihm und Zobel steht, ist mehr auf das Gebirgs- und Hügelland beschränkt —, wogegen die Otter (Lutra vulgaris L.) nächst ihm und dem Fuchse wohl das häufigste wilde Raubthier der Niederungen ist. Daher ist es nicht zu verwundern, wenn das Itatsi sich häufiger, als der europäische Nörz, aufs Trockene zieht. Da er nun auf den für Menschen wenig zugänglichen Böden der japanischen Häuser Ratten in Unmasse vorfindet, so sind diese — immer nur neben den Krebsen und Fischen — eine Hauptnahrung für ihn geworden, und macht er sich nicht selten durch die Vertilgung der Ratten (Mus decumanus Pall.) sehr verdient. In die Wohnungen dringt das Itatsi nicht; doch habe ich es, wie schon zu Eingange erwähnt, sowohl in deren Umgebung als auch auf den Dächern durchaus nicht selten bemerkt.

Fassen wir alles Obige zusammen, so kann meines Erachtens zunächst nicht der geringste Zweifel darüber obwalten, dass Mustela itatsi Temminck und Schlegel in die Abtheilung der Sumpfottern innerhalb des Geschlechts Foetorius gehört. Wollte man aus dieser Abtheilung ein Geschlecht machen, so würde nothwendiger Weise das Itatsi in dieses, nicht unter die Iltisse oder Wiesel (Hermeline) zu bringen sein. Allein auch das scheint mir nach allen, selbst den allerkleinsten Einzelheiten nicht fraglich, dass er zu der nämlichen Art, wie Foetorius Lutreola L., zu stellen ist. Stimmt doch nicht nur die Allgemeinfärbung, sondern auch die Farbenzeichnung — das Weiss an Ober- und Unterlippe, ja der (von Temminck und Schlegel nicht angegebene) kleine weisse Kehlfleck — völlig überein. Und wollte man auf die meist etwas hellere Haarfarbe des Itatsi, die sich namentlich häufig an der Kehle bemerkbar macht, ein sehr grosses Gewicht legen, so würde man doch allerhöchstens eine Abart darauf basiren können, von der man noch dazu sagen müsste, dass sie durch ganz unmerkliche Uebergänge mit dem europäischen Typus verknüpft

wäre. Denn jene geringen Unterschiede gelten nur durchschnittlich genommen; die Färbungen der Pelze beider Formen berühren sich nicht nur, sondern greifen gelegentlich selbst über. Auch ist der Unterschied der Qualität des Pelzes, obwohl er im Handel sich sehr bemerklich macht, doch zoologisch viel zu gering, um eine climatische Varietät zu begründen. Auf alle Fälle muss daher der Artname, den Temminck und Schlegel dem vorliegenden Thiere zutheilten, als solcher eingezogen werden und dem alten Linné'schen Namen Lutreola Platz machen.

Damit aber mehrt sich wiederum die Zahl der Thiere, welche der gemässigten Zone (Waldzone) des nördlichen Theils der östlichen Erdhälfte in ganzer Ausdehnung, von Europa bis Japan, angehören, um eine — und noch dazu wichtige — Art, und die Zahl der Arten, welche den japanischen Inseln eigenthümlich sind oder sein sollen, eine Zahl, die man neuerdings nicht immer in allzu kritischer Weise allmählig ein wenig hinaufgeschroben, wird um diese Art vermindert. Die drei häufigsten Raubthierarten der Insel Nippon Fuchs, Otter und Nörz, sind danach Europäer; und wenn die beiden Arten, welche nächst ihnen am häufigsten vorkommen der oben erwähnte Ten und der japanische Dachs oder Anahuma, besondere Typen vorstellen, so bleiben sie doch europäischen Formen (Baummarder und Zobel einerseits und dem Meles taxus L. anderseits) sehr nahe und dies gilt nicht minder für die Wölfe und den Ursus japonicus, U. thibetanus bei Temminck und Schlegel.

Hinsichtlich der vorliegenden Art selbst ergiebt sich noch ein interessantes thiergeographisches Verhalten. Vielleicht trennte man grade der Verbreitung halber vom Nörze den nordamerikanischen Mink, Mustela Vison Brisson; wenigstens sind die Charaktere desselben kaum von denen des Nörzes verschieden. Bis in die neueste Zeit halten daher manche Autoritäten den nordamerikanischen Nörz (angeblich nur mit weisser Unterlippe und etwas längerem Schwanze) höchstens für eine Spielart. Dass nun in Japan an einer der Behringstrasse schon sehr nahe liegenden Stelle des paläarktischen Gebietes, ein dem europäischen in allen wesentlichen Punkten völlig gleicher Nörz vorkommt — und sehr häufig vorkommt —, mindert die Lücke in der Verbreitung ganz ausserordentlich und giebt zugleich einen Fingerzeig hinsichtlich des Zusammenhanges der verschiedenen Formen und selbst der Faunen.

Dass aber der japanische Nörz mit dem europäischen thiergeographisch zusammenhängt, das würde selbst dann bestehen bleiben, wenn in Centralasien sich — wie bisher in Sibirien — keine Spur vom Nörze zeigen würde; denn Concurrenz und ungünstige äussere Verhältnisse müssten ihm grade dort den Kampf ums Dasein erheblich schwerer gemacht haben, als an den beiden Enden der paläarktischen Region. —

Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1. Seitenansicht des Schädels des Itatsi.

Fig. 2. Obere Ansicht desselben Schädels (ohne Unterkiefer).

Fig. 3. Farbe der Behaarung der Schnauze.

Fig. 4. Rechter Vorderfuss, Umriss der Sohle von unten gesehen, mit Andeutung der nackten Sohlenschwiele und der Ballen an den Zehen.

Fig. 5. Rechter Hinterfuss, desgleichen.

Fig. 6. Untere Ansicht der linken Seite des Oberkiefergebisses. *c* Eckzahn. *m* Höckerzahn (wahrer Molarzahn),

Sämmtlich in natürlicher Grösse.

Die Hauptvene des Armes, Vena capitalis brachii.

Ein Beitrag zur Entwickelungsgeschichte der Extremitäten-Venen.

Von

Dr. Karl Bardeleben,

a. o. Professor und Prosector in Jena.

Hierzu Tafel XXVIII.

Veranlassung zu der vorliegenden Untersuchung war mir die Erkenntniss, dass ein wirkliches Verständniss des feineren Baues der Venenwandung und der Varietäten in histologischer Beziehung, nur durch ein Studium der Entwickelung, welche zugleich die makroskopischen Varietäten, von denen die qualitativen Differenzen im Aufbau der Wandung in hohem Grade abhängig sind, richtig beurtheilen lehrt, zu erreichen sei. Diese Erkenntniss hatte sich mir bei den histologischen Untersuchungen der Venenwandung, über welche ich demnächst zu berichten gedenke, in sehr empfindlicher Weise aufgedrängt. Sehen wir aber auch hiervon ab, so erschien es im Interesse der descriptiven Anatomie des Menschen und ihrer practischen Anwendung wünschenswerth, die sehr abweichenden Angaben der Lehr- und Handbücher über den Verlauf der Extremitäten-Venen, besonders an der oberen Gliedmasse des Menschen, an der Hand eines grösseren Materials von Erwachsenen und vor allem von Embryonen zu prüfen, gegenüber den wirklichen oder vermeintlichen Varietäten das normale oder typische, das primitive und einfachste Verhalten herauszufinden, dem regellosen Gewirre der Armvenen, wie sie Bücher und Atlanten meistens zeigen — ähnlich wirr, wie man früher, theilweise noch jetzt, die Knochen-Spongiosa darstellte — die auch hier auf mechanische Gesetze zu begründenden Hauptlinien gegenüberzustellen.

Ueber dahin gehende Versuche habe ich in zwei kleineren Mittheilungen (Jenaische Sitzungsberichte 1879. 7. Novbr. 1880. 5. März) kurz berichtet. Die folgenden Zeilen sollen sich nun mehr in das Detail begeben, hauptsächlich die Mittheilung vom November v. J. begründen und weiter ausführen, die beigegebenen Abbildungen das Gesagte illustriren.

Für die Gewährung von Material spreche ich den Herren His, B. Schultze und Schwalbe auch an dieser Stelle meinen ergebenen und warmen Dank aus.

Literatur.

So umfangreich die descriptive Literatur über unser Thema für den Erwachsenen, so gross die Zahl der beschriebenen und abgebildeten Varietäten ist, so wenig scheint die embryonale Ausbildung der Extremitäten-Venen bisher eine eingehendere Bearbeitung gefunden zu haben. Die verschiedenen Beschreibungen der Armvenen und ihrer Abweichungen hier zu recapituliren, erlässt mir wohl der geneigte Leser.

Eigene Untersuchung.

Die Embryonen sind nach der Grösse geordnet. Einige (6) wurden mit färbenden Substanzen (Berliner Blau, Methylgrün) injicirt. Schon bei der Niederschrift meiner Notizen, noch mehr bei der unten folgenden Wiedergabe derselben erschien es am einfachsten und zweckmässigsten, die veränderte Auffassung der Armvenen auch in der Bezeichnung zur Geltung zu bringen. Nur bei wenigen Embryonen sind noch die alten Namen in Anführungszeichen gebraucht worden. Vgl. a. die kürzere Mittheilung in den Jenaischen Sitzungsberichten. 1879. Nov.

No. 1. Steissscheitellänge in gerader Linie 2,4 cm. Die Hauptvene des Arms geht an der radialen Seite des Vorderarms zur Ellenbeuge, von da an der inneren Seite des Oberarms weiter. Eine V. cephalica humeri ist nicht erkennbar.

No. 2. St. Sch. 4,2. Ganze Länge 5,3. weiblich, angeblich 11 Wochen. Am Oberarm 2 Venen, eine stärkere mediale und

schwächere laterale; beide liegen mehr vor dem Biceps, als in den ihn begrenzenden Furchen. Undeutlich.

No. 3. St. Sch. 4,6—4,7. g. L. 5,7. weiblich, angeblich 12 Wochen. Sehr altes, schlecht erhaltenes Präparat. Soweit erkennbar, verläuft an beiden Armen gleichmässig, an der radialen Seite des Vorderarms ein Strang, der sich in einen an der Innenseite des Biceps gelegenen fortsetzt. Dieser Strang dürfte die grosse Hautvene repräsentiren. Vor und lateral vom Biceps, sowie zwischen Pectoralis und Deltoides, die noch vereinigt sind, lässt sich nichts Sicheres von Venen nachweisen.

No. 4. St. Sch. 5,5. g. Lä. 7,3. männlich. Nicht deutlich erkennbar, da der Embryo schlecht erhalten.

No. 5. St. Sch. 5,8. g. Lä. 8,2. „13 Wochen“ (s. Taf. XXVIII. Fig. 1). Die „Cephalica“ des Vorderarms setzt sich in gerader Linie in die „Mediana basilica“ fort, diese fast geradlinig in die „Basilica“ des Oberarms, welche gleichzeitig als Fortsetzung einer von der Ulnar- und Rückseite des Vorderarms kommenden Vene (Basilica antibrachii) erscheint.

No. 6. St. Sch. 6. g. L. 8. „3. Monat“. männl. Soweit der schlechte Conservirungszustand erkennen lässt, ist der Befund derselbe, wie bei dem vorigen Embryo.

No. 7. St. Sch. 6. g. L. 8. „10—12 Wochen“. männl. Eine starke Vene verläuft am radialen Rande des Vorderarms und der inneren Seite des Biceps. Eine Cephalica humeri ist weder am unteren, noch am oberen Theile des Oberarms zu finden. Beide Arme verhalten sich übereinstimmend.

No. 8. St. Sch. 6,8. g. L. 9,7. 14 Wochen (vgl. Fig. 2). Die Hauptvene verläuft am Unterarme anfangs an der radialen Seite, dann mehr und mehr nach der ulnaren hinüber. In der Ellenbeuge nimmt sie einen fast queren Ast auf, der von einem aufsteigenden Zweige (vom Unterarm) und von einem absteigenden (vom Oberarm) gebildet wird.

No. 9. St. Sch. 7,5. g. L. 10,5. 15 Wochen. Geschlechtstheile verarbeitet. — Links „Cephalica antibrachii“ und „Basilica humeri“ gut erhalten, als Hauptvene erkennbar. Cephalica humeri durchschnitten, dünn. Trennung in mediale und laterale Vene des Oberarms über der Ellenbeuge, vor dem Muskelfleisch des Biceps. — Rechts geht die „Cephalica“ des Unterarms geradlinig in die „Basilica“ des Oberarms über.

No. 10. St. Sch. 8. g. L. ca. 11 (Kopf secirt). „4 Monat“. weibl. Rechts wie links ist die mediale Vene des Oberarms die

stärkere. Weder rechts noch links liegen diese Venen in den betreffenden Furchen neben dem Biceps, sondern die Cephalica medial davon, die Capitalis etwas lateral. Beide Venen liegen also nahe neben einander. Vgl. No. 2.

No. 11. St. Sch. ca. 9—10. g. L. ca. 14—15. (Am Nabel durchschnitten, ein Theil des Kopfes fehlt; Signatur: „3 Monat alt"; wohl älter, ca. 17 Wochen? Verf.) Rechts. Die Hautvene des Unterarms bildet um den fleischigen Theil des M. supinator longus s. brachioradialis eine Insel oder Oese. In der Ellenbeuge theilt sich die Hauptvene in die mediale und laterale Vene, deren erstere, also die Fortsetzung, über doppelt so stark ist, als die letztere (Cephalica humeri). Nach Aufnahme der Basilica wird die Capitalis am Oberarme noch erheblich stärker. Links ist die Inselbildung, wie es scheint (Verletzung bei der Präparation), gleichfalls vorhanden. Das Uebrige wie rechts.

No. 12. St. Sch. 10. g. L. 14,5. „16 Wochen". weibl. Beiderseits ist die Cephalica humeri stärker, als die Fortsetzung der Capitalis über der Trennung. Die Cephalica humeri liegt nicht in der lateralen Furche, sondern vor dem Biceps. Die Capitalis wird nach Aufnahme der Basilica stärker, als ihre laterale Concurrentin.

No. 13. St. Sch. 11. g. L. 16. „4 Monat". männl. Capitalis verläuft an beiden Armen in typischer Weise. Die Cephalica humeri ist beiderseits bis zur Schlüsselbein-Gegend vorhanden. Ihre Aeste sind am eigentlichen Arme absteigend, zwischen den Muskeln aufsteigend.

No. 14. St. Sch. 11. g. L. 16,5. „17 Wochen". weibl. Aehnlich wie bei No. 11 bildet die Hauptvene am linken Arme eine Insel um den oberen fleischigen Theil des Brachioradialis. Die tiefe Vene der Ellenbeuge geht in die Cephalica humeri, welche dadurch ziemlich stark wird. Dieselbe liegt vor, nicht neben dem Biceps. Die sehr dünnwandige Fortsetzung der Hauptvene wird bei der Präparation lädirt, so dass ihre Breite nicht mehr genau erkennbar ist. Rechts ist keine Insel am Brachioradialis sichtbar. Im Uebrigen verhält es sich, wie links. Die Hauptvene ist, besonders nach der Einmündung der Basilica, sehr breit.

No. 15. St. Sch. 11,8. g. L. 16,5. ca. 17—18 Wochen. männl. Beiderseits theilt sich die an der radialen Seite des Vorderarms verlaufende Hauptvene in der Ellenbeuge in zwei Venen, von denen die mediale unter kleinerem Winkel von der Richtung der Vorderarm-Vene abweicht, als die laterale (Cephalica humeri).

No. 16. St. Sch. ca. 13,5. g. L. ca. 20 (Kopf fehlt). Rechts theilt sich die Capitalis 6 mm unter der Ellenbeuge in zwei Aeste, einen schwächeren äusseren und stärkeren inneren. In der Ellenbeuge geht die tiefe Vene in den lateralen Ast, der dadurch der stärkere wird. In die Fortsetzung der medialen Vene (Capitalis) gehen in der Ellenbeuge mehrere kleine oberflächliche Aeste, sodann die Basilica. Links bildet die Vene gleichfalls eine Insel; in den ohnehin stärkeren lateralen Ast ergiesst die tiefe Vene der Ellenbeuge ihr Blut, so dass die Cephalica humeri relativ stark ist.

No. 17. St. Sch. 14. g. L. 21,5. weibl. 21 Wochen. Rechts wie links liegt die Cephalica humeri vor dem Biceps, nicht neben ihm. Rechts ist sie stärker, links ungefähr eben so stark, als die Fortsetzung der Capitalis.

No. 18. St. Sch. 14,5. g. L. 22. männl. 21 Wochen. Rechts. 15 mm vom Proc. styloides radii bildet die Capitalis eine Insel, welche, 18 mm lang, sich bis 7—8 mm über den Anfang der bisher so genannten Mediana basilica erstreckt. Die grösste Breite der Insel beträgt 3 mm. Beziehung zum Fleische des Supinator longus ist unverkennbar. In das die Ellenbeuge schräg durchlaufende Stück der Capitalis fliessen von unten drei longitudinale Venen; die ulnarste ist die Basilica. 9 mm über der Einmündung der letzteren theilt sich die Vene wiederum in zwei; die dünne Nebenbahn mündet in der Axelhöhle wieder ein. Die Venae brachiales (comitantes) münden erst hoch oben, in der Axilla. Die ziemlich starke Cephalica humeri geht bis zur Clavicula, sie liegt vor, nicht neben dem Biceps. — Links befindet sich in der Ellenbeuge eine Art Venenknoten, indem die starke Vene aus der Tiefe in die Cephalica humeri geht, aber auch mit der Fortsetzung der Capitalis zusammenhängt. Die anfangs an Stärke der Capitalis etwas überlegene Cephalica humeri wird nach oben zu dünner, dann wieder stärker und mündet in die Axillaris resp. Subclavia über dem oberen Rande des Pectoralis. Die durch Injection von Berliner Blau in die rechtseitige Jugularis interna gefüllte Subclavia entsteht durch Einmündung der Venae brachiales, thoracicae, subscapulares in die Capitalis.

No. 19. St. Sch. 15,5. g. L. 23,3. weibl. „18 Wochen“. Beiderseits sehr frühzeitige Theilung in Capitalis und Cephalica humeri. Rechts Inselbildung am Supinator longus, Cephalica hum. stärker, als Ellenbeugen-Abschnitt der Capitalis. Links sind beide Venen gleich stark. Beiderseits übertrifft die Hauptvene am Oberarm

(nach Einmündung der Basilica) die Cephalica humeri, welche auch hier nicht neben, sondern vor dem Biceps liegt.

No. 20. St. Sch. 16. g. L. 23,5. weibl. Länge des Armes mit Hand 9,5; ohne dieselbe 7 cm. Rechts. Aus der Cephalica pollicis und Salvatella entstanden, theilt sich die Hauptvene 7 mm höher in zwei Aeste, einen medialen und einen lateralen, die anfangs spitzwinklig divergiren, dann ziemlich parallel (Distanz 2—$2^1/_2$ mm) zur Ellenbeuge verlaufen, wo ihr Abstand 3,5 mm beträgt. Hier geht der laterale Ast mit leichter Biegung nach aussen, dann, etwas medial von der lateralen Bicepsfurche, als Cephalica humeri in die Höhe. Die mediale Vene ist gleich stark mit der lateralen, verläuft als Capitalis und wird am Oberarme durch Aufnahme der Basilica erheblich stärker, als die Cephalica humeri. — Links zeigt sich ein eigenthümliches Verhalten. Hier entsteht, nicht weit vom Proc. styloides radii, eine grosse Vene, welche am Unterarm der Capitalis entsprechend, am Oberarm als Cephalica humeri, vor dem Biceps, weiter verläuft. In der Ellenbeuge nimmt sie einen von der Rückseite des Vorderarms kommenden Ast auf. Oberflächlicher als die eben beschriebene verläuft eine dünnere Vene vom Handrücken aus am Vorderarm zur Ellenbeuge, kreuzt die vorige dort schräg, nimmt dann die tiefe Vene auf, um im Zuge der Capitalis weiter zu gehen, nachdem sie in gewöhnlicher Weise die Basilica erhalten hat. Oberhalb der Einmündung dieses Astes ist die Capitalis stärker, als die Cephalica humeri.

No. 21. St. Sch. 15,5. g. L. 23,5. weibl. „18 Wochen". Inselbildung um den Brachioradialis. Cephalica humeri sehr stark.

No. 22. St. Sch. 16. g. L. 24. weibl. („18 Wochen alter Foetus, 10—12 Wochen todt in der Mutter verweilt"). Rechts theilt sich die Hauptvene in die schwächere Cephalica humeri und die stärkere Fortsetzung der Capitalis, welche die tiefe Vene aufnimmt. Auch hier Inselbildung um den Supinator longus; der laterale Ast der Oese mündet 7,5 mm über der Trennung von der Capitalis in die Cephalica humeri, welche auch hier nach innen von der lateralen Bicepsfurche verläuft. — Links im Wesentlichen dasselbe.

No. 23. St. Sch. 17,5. g. L. 25,5. Beiderseits ist die Cephalica am Oberarm sehr stark, sie sammelt Venen von der Rückseite des Oberarms. Die volaren (radialen und ulnaren) Venen gehen in die „Basilica" (Capitalis).

No. 24. St. Sch. ca. 18. g. L. ca. 26. (Kopf abgetrennt.) männl. „5—6 Monat". Am rechten Unterarm steigen zwei dorsale Venen auf,

eine schwächere ulnare und stärkere radiale, die Capitalis. Unterhalb der Ellenbeuge geht die (stärkere) Cephalica humeri ab, in welche, 11—12 mm weiter oben, der eben erwähnte ulnare dorsale Ast mündet. Die starke tiefe Vene geht in die Cephalica. — Links bestehen noch primitive Verhältnisse. Die Cephalica humeri ist hier erheblich schwächer, als die Fortsetzung der Capitalis, in welche die tiefe Vene fliesst. Im oberen Drittel des Oberarms münden die Venae brachiales in die Hauptvene.

No. 25. St. Sch. 18. g. L. 26,5. weibl. Rechts wie links besteht eine Inselbildung der soeben aus zwei Aesten entstandenen Capitalis um den Muskelbauch des Brachioradialis herum. Etwas (5 mm) unter der Wiedervereinigung der beiden Inseläste geht die Fortsetzung der Capitalis schräg ab, um nach Aufnahme der Basilica wie gewöhnlich zu verlaufen. Die Capitalis ist bereits in der Ellenbeuge stärker, als der zur Cephalica humeri werdende laterale Ast, der freilich durch die Einmündung des lateralen Inselastes und rechts noch durch eine weiter oben einmündende Vene erheblich anwächst.

No. 26. St. Sch. 18,5. g. L. 26,5. männl. Die Venen sind sämmtlich sehr stark mit Blut gefüllt, daher sehr deutlich. Rechts beginnt die Hauptvene am Daumen; in sie fliesst bald ein schräger ulnarer Ast, der den Fingern an Zahl entsprechende longitudinale Venen aufnimmt. In der Ellenbeuge geht die stärkere Fortsetzung der Vene medialwärts weiter etc. Die schwächere Cephalica humeri erhält bald einen Ast, der mit dem oben erwähnten schrägen ulnaren Aste eine Insel um den Brachioradialis bildet. Die Cephalica hum. erhält dicht unter dem Deltoides einen starken, von der Schulter herabsteigenden Ast, und wird zwischen den Muskeln sehr dünn. — Links sind die Verhältnisse ähnlich: Inselbildung am Fleische des Brachioradialis, der laterale Ast allerdings sehr viel dünner, als rechts und als der mediale. Cephalica hum. schwächer, als die Fortsetzung der Capitalis; erstere wird ausser durch den eben erwähnten lateralen Ast der Insel noch durch Aeste von der Rückseite des Oberarms verstärkt. Immerhin ist aber die durch den Zufluss der Basilica noch angewachsene Capitalis die grössere.

No. 27. St. Sch. 20. g. L. 28,5. weibl. Zwilling (mit 28). Links. Vgl. Fig. 3. Die aus der Cephalica pollicis und Salvatella entstandene Hauptvene geht zur Ellenbeuge, wo sie einen Ast schräg nach aussen-oben entsendet, in den eine von unten kommende Vene einmündet, und der nach oben als Cephalica hum. geht.

Diese besitzt mehrere absteigende Aeste, wird nach oben zu immer dünner, so dass ein Zusammenhang mit der Axillaris resp. Subclavia oder Jugularis nicht zu finden ist. Die Fortsetzung der Hauptvene über der Ellenbeuge weicht nur wenig von dem bisherigen Verlaufe ab. Bald mündet die Basilica, weit oben am Oberarm die eine, noch später die andere Brachialis ein. — Rechts (Fig. 4) mündet kein vom Unterarm kommender Ast in die Cephalica humeri, die auch hier am Oberarme mehrere absteigende Aeste besitzt und nach oben, über die Schultergegend hinaus, nicht zu verfolgen ist.

No. 28. St. Sch. 20,5. g. L. 29,5. männl. Zwilling (mit 27). Vgl. die Fig. 5 u. 6. Links. Die Capitalis bildet in der Ellenbeuge eine Insel, in deren lateralen Ast quer eine Vene einmündet, welche einen Ast von unten, von der ulnaren und Rückseite des Vorderarms und einen Ast von oben erhält resp. dorthin abgibt: die Cephalica humeri. Diese empfängt nahe oberhalb der Ellenbeuge einen von unten aufsteigenden, sowie einen starken, von oben — hinten (Schulter) absteigenden Ast, in welchen kleinere absteigende fliessen, sowie ferner directe absteigende Aeste von Brust und Schulter. Communication mit der Axillaris ist oben nicht nachweisbar, dagegen Anastomosen mit oberflächlichen Brust- und Hals-Venen. — Rechts (Fig. 6). Die Hauptvene hat ausser der gewöhnlichen Einmündung der Basilica in der Ellenbeuge eine Anastomose mit dieser. Letztere erhält einen weit radialwärts, in der Daumengegend, entstehenden volaren Ast unterhalb der Ellenbeuge. Noch weiter radialwärts als die Capitalis zieht eine dritte Vene, welche mit der Hauptvene auf der Volarseite des Unterarms durch drei Queranastomosen zusammenhängt. Der oberste dieser Queräste entspricht dem Anfangsstück der Cephalica humeri, welche anfangs sehr dünn, erst nach Aufnahme eines vom Unterarm aufsteigenden Astes stärker wird und in der lateralen Bicepsfurche verläuft. In der Schultergegend erhält diese Vene zwei absteigende Aeste, geht dann in einer, der späteren Trennung zwischen Deltoides und Pectoralis (die bei Embryonen noch eine zusammenhängende Masse bilden) entsprechenden Linie, sodann an der nach oben zu deutlich werdenden Spalte oder Grube zwischen den Muskeln vorbei, und durch den Pectoralis major hindurch in die Tiefe.

In der Ellenbeuge befindet sich ein Venenknoten oder -Centrum, in dem vier Venen zusammenfliessen, wenn wir die beiden Stücke der Capitalis als zwei rechnen.

Zu No. 27 u. 28. Die vier oberen Extremitäten dieser beiden Zwillinge bieten ein hübsches Bild der verschiedenartigen Umgestaltungen des Armvenensystems in mannigfachen Uebergängen. Charakteristisch sind hier, wie bei vielen anderen Embryonen, abgesehen von den Differenzen zwischen den gleichaltrigen Individuen, die Unterschiede zwischen rechts und links, sowie ferner die relativ primitiven Verhältnisse. Beides lässt auf mechanische Ursachen der Umgestaltungen schliessen. Die Zwillinge haben wahrscheinlich wenig Raum zu Bewegungen gehabt.

An dieser Stelle sollen fünf Hemicephalen der Entbindungsanstalt Jena eingereiht werden, die abgesehen von dem missbildeten Kopfe, der sonstigen Körpergrösse nach etwa hierher gehören. — Die Bezeichnung „Steissscheitellänge" ist natürlich nur cum grano salis zu verstehen.

No. 29. Hemicephalus. St. Sch. 13,5. g. L. 24. männl. Rechts wie links sind Capitalis und Cephalica humeri bei ihrer Trennung in der Ellenbeuge ziemlich gleich stark. Erstere wird durch Zufluss der Basilica zwei- bis dreimal so stark als die letztere, welche übrigens bis zur Schlüsselbeingegend zu verfolgen ist. Die Venen sind auffallend dünnwandig; Unterhautfettgewebe sehr wenig entwickelt.

No. 30. Hemicephalus. St. Sch. 15,5 g. L. 28; Hand 4,3; Unterarm 5; Oberarm 5,5. weibl. Rechts. 20 mm über Proc. styloides radii beginnt eine Inselbildung um das Fleisch des Brachioradialis herum. Der mediale Zweig, Repräsentant der Capitalis ist etwas stärker, als der laterale. In der Ellenbeuge erfolgt Theilung der Hauptvene in einen wiederum stärkeren medialen Ast, die Fortsetzung der Capitalis und einen schwächeren lateralen, der mit dem lateralen Zweige der Oese die Cephalica humeri bildet. Dieselbe ist relativ stark und bis oben hinauf zu verfolgen. An der Schulter liegt sie 5—6 mm lateral von der Furche zwischen Pectoralis und Deltoides. Die Hauptvene erhält noch vor Einmündung der Basilica einen kleinen Ast vom Unterarm her. — Links. Inselbildung wie rechts, beginnt 15 mm vom Proc. styl. rad. Die Hauptvene sehr erheblich stärker als die laterale Inselbahn. In der Ellenbeuge geht die sehr starke tiefe Vene in die Capitalis, welche schon vorher sehr viel stärker ist, als der Anfang der Cephalica humeri. Letztere ist ziemlich dünn, bis zur Schulter zu verfolgen. Die Basilica ist beiderseits sehr kräftig.

No. 31. Hemicephalus. St. Sch. 16. g. L. 27. Hand 5; Unterarm 5,5; Oberarm 6. weibl. Sehr fett. Die Hauptvene ist

beiderseits von der Hand an sehr kräftig entwickelt. Links geht in der Ellenbeuge die tiefe Vene in die Capitalis vermittelst eines relativ langen, schräg nach oben-medialwärts verlaufenden oberflächlich gelegenen Stückes, in welches von unten wie oben ziemlich dünne Venen einmünden. Die untere kommt vom Rücken des Unterarms, die obere ist eine Cephalica humeri descendens, welche nach oben zu schwächer wird und mehrere absteigende Aeste erhält. Der Zusammenhang mit der am oberen Theile des Oberarms verlaufenden, zwischen den Muskeln aufsteigenden Cephalica humeri ascendens (s. superior) ist vorhanden; letztere ist indess gleichfalls schwach. — Rechts liegen die Verhältnisse im Wesentlichen gleich. Das oberflächliche Stück der in der Ellenbeuge aus der Tiefe kommenden Vene ist weit kürzer, so dass eine Art Venenknoten entsteht. Ein oberflächlicher Unterarmast mündet direct in die Capitalis und zwar zwischen dem Nodus und der Basilica. Auch hier ist die Cephalica humeri absteigend; ihr Kaliber ist etwa = $^1/_4$ desjenigen der Hauptvene.

No. 32. Hemicephalus. St. Sch. 17. g. L. 29—30. weibl. (Nabelbruch) Rechts. Die tiefen Venen (zwei) der Ellenbeuge gehen in die Cephalica humeri, welche dadurch viel stärker wird, als das Ellenbogenstück der Capitalis. Erst durch Aufnahme der Basilica bekommt letztere ein grösseres Kaliber, als die Cephalica. Trotz des Ueberwiegens der letzteren in der Ellenbeuge liegt das betreffende Stück der Capitalis weit mehr in der Fortsetzung der Richtung. Links verhält es sich im Ganzen, wie rechts, soweit das etwas verletzte Präparat erkennen lässt. Ausserdem besteht links eine Arterien-Varietät, indem die A. ulnaris von Anfang an dicht unter der Fascie verläuft.

No. 33. Hemicephalus. St. Sch. 19. g. L. 28—29. (Nicht genau bestimmbar, da ein Bein steif gebeugt, das andere bereits bearbeitet war.) Von der Spitze des 3. Fingers bis zur Schulter 16,5; Hand 4,5; Unterarm 5; Oberarm 7. weiblich. Haltung und Entwickelung der Arme sind nicht normal; beide Arme, besonders der linke, liegen dicht am Rumpf und haben denselben (Thorax) eingedrückt. Der Oberarm ist colossal stark (vgl. die Masse) entwickelt, auch in der Dicke. Rechts theilt sich die Capitalis in der Mitte des Vorderarms, 2,5 mm vom Handgelenk in die Cephalica und die etwas schwächere Fortsetzung der Capitalis, welche dann der ersteren noch einen dünnen Ast zusendet, so dass eine Insel am Brachioradialis gebildet wird. Ueber der Ellenbeuge erhält die Cephalica noch einen tiefen Ast vom Biceps her, wäh-

rend die Capitalis die eigentliche tiefe Vene der Ellenbeuge, dann einen vom Unterarm aufsteigenden kleinen Ast, schliesslich die Basilica aufnimmt und so sehr erheblich stärker wird, als die Cephalica. — Links verlaufen Capitalis und Cephalica vom Handgelenk an getrennt, nachdem sie unter dem Proc. styl. rad. in einem Bogen anastomosirt haben. Die Cephalica ist viel stärker als ihre Concurrentin und erhält in der Ellenbeuge die tiefe Vene, sowie am Oberarm aufsteigende Aeste. Die Capitalis läuft sehr weit ulnarwärts. (Diese Abweichung vom Typus gerade an dem linken Arme ist sehr bezeichnend. Sie spricht entschieden für mechanische Einwirkungen und stellt gewissermassen ein Natur-Experiment dar.)

No. 34. St. Sch. 22. g. L. 33,5. 28 Wochen; männl. Vgl. Figur 11. Die Hauptvene gibt in der Ellenbeuge die Cephalica humeri ab, oder vielmehr letztere geht in jene hinein, da sie am Oberarm absteigt, nach unten stärker wird, absteigende Aeste besitzt, und nicht bis zur Schulter zu verfolgen ist. In die Cephalica humeri descendens geht noch in der Ellenbeuge ein querer Ast, der aus einer von oben und einer von unten kommenden Vene entsteht. Die Capitalis ist in der Ellenbeuge über 1 mm stark, die Cephalica nur 0,3—0,4 mm.

No. 35. St. Sch. 24,5. g. L. 36,5. 30 Wochen. weibl. Das Verhalten ist im Wesentlichen dasselbe, wie bei No. 34. Erheblich über der Mitte des Oberarms mündet eine V. brachialis in die Hauptvene.

No. 36. St. Sch. 26. g. L. 40. 32 Wochen. Die Venen zeigen dasselbe Verhalten, wie bei den beiden vorigen.

Fassen wir die oben kurz wiedergegebenen Einzel-Beobachtungen zusammen, so ergibt sich als primitive oder typische Anordnung der Armvenen folgendes.

Die Hauptvene des Armes, V. capitalis brachii, verläuft vom Handrücken aus, wo sie aus zwei oder mehr Aesten (V. cephalica pollicis, V. salvatella) entsteht, an der radialen Seite des Vorderarms hinauf, gelangt allmählich auf die Beugeseite desselben und so in die Mitte der Ellenbeuge, durchzieht diese in derselben Richtung verharrend, und kommt so immer mehr auf die mediale oder ulnare Seite des Oberarmes zu liegen, an der sie bis zur Axelhöhle verläuft, um dann schliesslich mit der Jugularis sich zu vereinigen.

Dieser Verlauf ist, wenn man sich den Arm vom Rumpf rechtwinklig entfernt und gestreckt denkt, von der Hand bis zur Brust ein geradliniger.

In der Ellenbeuge, wie in der Axelhöhle fliessen grössere, oberflächliche und tiefe Aeste in diese Hautvene. In der Ellenbeuge mündet ein anfangs quer, später schräg-abwärts verlaufender oberflächlicher, sowie ein aus der Tiefe hervortretender Ast, sodann ein ulnarer Ast (Basilica). Der oberflächliche Ast sammelt Blut von der Rückseite des Vorder- und des Oberarms, gewöhnlich vermittelst je eines grösseren Zweiges, die sich nicht weit von der Mitte der Ellenbeuge zu dem queren Aste der Capitalis vereinigen. Der untere Ast kann durch Anastomosen mit dem Unterarmstück der Hauptvene zusammenhängen und kommt dann eine Insel um den Fleischbauch des Brachioradialis zu Stande. Der oberste Ast, welcher absteigende Zweige besitzt, sammelt das Blut von der unteren Partie der Rückseite des Oberarms und führt es in die Ellenbeuge. Dies ist die bereits bei vielen Embryonen und dann späterhin in der grossen Mehrzahl der Fälle nicht mehr ab-, sondern aufsteigende V. cephalica humeri. Der tiefe Ast in der Ellenbeuge kann sehr klein sein.

In der Axelhöhle münden in die Hauptvene mehrere tiefe Venen: die beiden Venae brachiales und die den Aesten der A. axillaris entsprechenden Venen, weiter oben eine von der Schultergegend (Deltoides und Nachbarschaft) Blut zuführende ursprünglich oberflächliche Vene, die V. cephalica humeri ascendens.

Wir haben sonach an der oberen Extremität zwei Stellen, an denen grössere, tiefe wie oberflächliche Aeste in die Hauptvene sich ergiessen, zwei physiologisch (mechanisch) sehr wichtige Centren: in der Ellenbeuge und der Axelhöhle, den beiden grossen Gelenkbeugen. Da sich in der Kniekehle und der Leistenbeuge (Braune) dasselbe Verhalten zeigt, so liegt hier eine allgemeine Erscheinung vor, die physiologisch von hoher Bedeutung ist.

Die embryonale Hauptvene des Armes entspricht, wenn wir die bisher übliche Beschreibung beim Erwachsenen damit vergleichen, folgenden Venen oder Venenstücken:

1. V. cephalica des Vorderarms
2. V. mediana cephalica und basilica
3. V. basilica am Oberarm
4. V. brachialis (mit der Fortsetzung: axillaris).

Ferner entspricht die V. capitalis brachii der V. saphena magna (s. u.).

Da wir nun alle bei Embryonen, Kindern und Erwachsenen vorkommenden Venen-Varietäten des Armes auf den bei jüngeren Embryonen vorhandenen Zustand zurückführen können (s. u.), so sind wir berechtigt, das Verhalten der embryonalen V. capitalis und ihrer Aeste als den Typus, die Norm, die Abweichungen hiervon als secundäre Veränderung und Varietät aufzufassen.

Sonach sind, um zunächst nun die Nomenclatur richtig festzustellen, zu streichen die Namen: Cephalica des Unterarms, Mediana cephalica, Mediana basilica, Mediana superficialis, communis, obliqua etc., Basilica des Oberarms. Beizubehalten ist die Bezeichnung: Cephalica des Oberarms (humeri) für die Vene, welche oft schon bei Embryonen, in der Regel bei Erwachsenen von der Ellenbeuge in der lateralen Bicepsfurche zur Axillaris verläuft, — und der Name: Basilica für das Vorderarmstück der bisher so genannten Vene.

Beide Venen sind ursprünglich Aeste der Hauptvene. Die Basilica sammelt das Blut von der ulnaren Seite des Vorderarms, die Cephalica humeri, deren Ellenbeugenstück man beim Embryo besser als V. transversa cubiti bezeichnen könnte, sammelt mit dem vom Oberarm absteigenden Aste (Cephalica humeri descendens, Ramus descendens s. superior der Transversa cubiti) Blut vom unteren Theile der Rückseite des Oberarms, mit dem vom Unterarm aufsteigenden Aste (Ramus ascendens der Transversa cubiti) Blut von der radialen oberen Partie des Unterarms. Ueber die secundären Veränderungen an der Cephalica s. u. Ein dritter Ast der Hauptvene ist der tiefe, aus Begleitvenen der Vorderarmarterien zusammengesetzte kurze Stamm. Er kann auch in die Transversa cubiti münden resp. in deren Ramus descendens s. superior (= Cephalica humeri) und so Anlass zu secundären Veränderungen geben.

Ferner sind Aeste der Capitalis die beiden Venae brachiales, sowie die theilweise recht starken, weiter oben in der Axilla zufliessenden tiefen Venen, und die Cephalica humeri ascendens. Abgesehen von der Cephalica humeri bleibt das eben geschilderte Verhältniss im Grossen und Ganzen auch beim Erwachsenen bestehen und ist, wenn man sich den embryonalen Typus vergegenwärtigt, dort gewöhnlich leicht erkennbar. Auch beim Erwachsenen münden die Venae brachiales meist noch in die Capitalis, also die tiefen Venen in die oberflächliche, nicht umgekehrt. Und die Einmündungsstelle liegt regelmässig höher, als es gewöhnlich angegeben wird.

Vergleichen wir das so gewonnene Resultat mit den bisherigen Anschauungen, so sind besonders folgende Punkte hervorzuheben:

1. Es gibt nicht zwei der Länge des Armes entsprechende Hautvenen, Cephalica und Basilica, sondern nur eine.

2. Diese Hautvene ist zugleich Hauptvene, den tiefen Venen anfangs und grossentheils zeitlebens weit überlegen, sodass nicht die oberflächlichen Venen in die tiefen, sondern diese in jene sich ergiessen.

3. Die Cephalica humeri besteht ursprünglich aus a) einer aufsteigenden, in die Axillaris (Subclavia) mündenden Vene; — b) aus einer absteigenden, in der Ellenbeuge in die V. capitalis tretenden Vene. Ihre Ausbildung zu einer von unten nach oben durchgängigen Nebenbahn ist eine secundäre Erscheinung.

Aus dem ursprünglichen Maschennetz der Hautvenen bildet sich frühzeitig eine Hauptlinie heraus, welche aus mechanischen Gründen möglichst kurz, d. h. möglichst gerade sein muss. Der innere Druck wird in dieser Linie der stärkste sein und äusserer Druck hier am wenigsten hindern. Man kann diesen Process cum grano salis vergleichen mit der Ausbildung des Eisenbahnnetzes in solchen Ländern oder Gegenden, wo viele Verkehrscentren ein enges Maschennetz hervorgerufen haben (England, Belgien, Westfalen u. a.) Auch hier gehen schliesslich (oft allerdings künstlich verhindert oder verzögert) die grossen durchgehenden Linien, welche ganz grosse, innerhalb oder ausserhalb des Netzes gelegene Mittelpunkte verbinden, die möglichst gerade Linie. Besonders wo es auf die Schnelligkeit der Bewegung ankommt, — hierdurch wird ja der Druck bei Eisenbahnen wie bei Gefässen enorm erhöht — können nur gerade Bahnen in Betracht kommen. So wird und bleibt die V. capitalis, wenn sich auch später, bei überhand nehmender Belastung oder eintretenden Hindernissen Nebenbahnen, Concurrenzlinien ausbilden, die grosse Route vom Endgliede der Extremität zum Rumpfe, die kürzeste, weiteste (ausgeweitetste), bequemste und schnellste. Aehnliche Vorgänge sehen wir bei grösseren Strömen, die ja noch mehr den Venen vergleichbar sind, sich abspielen.

Besonderes Interesse bietet die Ausbildung von Nebenbahnen an der oberen Extremität dar. Man kann das kurz als Insel- oder Oesenbildung bezeichnen. Zwei solcher Inseln trifft man bei Embryonen bereits vielfach an. Die eine ist die um das Muskelfleisch der Brachioradialis verlaufende, gewissermassen eine lang gezogene Masche, aber ursprünglich einer Mehrzahl von Maschen entsprechend. Die längs verlaufenden Seiten der Maschen

bleiben bestehen, die queren gehen ein. Einen analogen Vorgang haben wir in der ja oft schon früh erfolgenden, manchmal jedoch zeitlebens ausbleibenden Ausbildung einer von der Ellenbeuge bis zur Schlüsselbeingrube sich erstreckenden Cephalica humeri vor uns. Ursprünglich fliesst das Blut vom Oberarm nach zwei Richtungen ab, nach unten in die Ellenbeuge, nach oben zur Schulter und Brust. In der Ellenbeuge liegt eine quere Vene, in die das Blut von oben (wie von unten) fliesst. Diese erhält allmählich (wohl Wachsthumsverschiebung) eine schräge Richtung. In Folge dessen wird das in der Capitalis aufwärts fliessende Blut, bei hier etwa eintretenden Hindernissen, so bei bestimmten Bewegungen und Stellungen des Armes, leichter in das nunmehr in die Richtung des Hauptstromes gekommene Stück hineinfliessen, und schliesslich durch Erweiterung der absteigenden Vene resp. eines ihrer Aeste in das zur Schulter aufsteigende Gefäss gelangen können: der Venencirkel (Braune) wird gewissermassen durchbrochen, das Blut fliesst jetzt im unteren Theile desselben in umgekehrter Richtung wie früher (die Klappen in dem unteren Theile der späteren Cephalica humeri gehen so frühzeitig ein, dass ich über deren Verhalten hierbei bisher noch nicht habe ins Klare kommen können). Die so neben der Capitalis am Oberarm zu Stande gekommene Nebenbahn verläuft anfangs vor dem Biceps und wird erst bei stärkerem Dicken-Wachsthume dieses Muskels allmählich nach aussen in die laterale Bicepsfurche gedrängt. Die mannigfachen Bewegungen der oberen Extremität gegenüber dem einseitigen Gebrauche der unteren machen es erklärlich, dass sich hier schon so frühzeitig und in der grossen Mehrzahl der Fälle die Nebenbahn ausbildet, während es bei der unteren Extremität mit einer Hauptbahn sein Bewenden hat (Braune). Die Cephalica humeri mit dem Oberarmtheile der Hauptvene bilden dann eine Insel um den Biceps und die Pectorales herum. — Man kann schematisch die Capitalis sammt ihren Aesten in dem primären Verhältniss mit einem langgestreckten K vergleichen, das am Hauptstrich noch einen Nebenstrich in der Mitte (Basilica) und einen am obersten Ende (Cephalica humeri ascendens s. superior) hat. Die beiden gebogenen Nebenlinien entsprechen dann der Cephalica humeri descendens und der vom Unterarm kommenden Vene, die gemeinschaftlich in der Ellenbeuge (V. transversa) münden. Schliesst man das K nun zu einem R oder R, so repräsentirt dies Schema den Zustand nach Ausbilung der Cephalica humeri von der Ellenbeuge bis zur Clavicula. Schliesst man das R vollständig zum

B oder B und verlängert den Hauptstrich nach unten, so hat man ein schematisches Bild für die beiden Inselbildungen. (Dies ist alles für den linken Arm gedacht.) — Inselbildungen kommen übrigens auch bei der Saphena magna am Malleolus, an der Wade, am Knie, auch am Oberschenkel vor. Die Hautvenen sind dann stellenweise doppelt, nähern sich also hierin den Begleitvenen. (Vgl. Jen. Sitzungsber. 1880. März.)

Das Verhältniss der *oberflächlichen* oder Hautvenen, speciell das unserer Capitalis zu den tiefen oder *Begleitvenen* der oberen Extremität ist von Anfang bis zu Ende leicht zu verstehen. Anfangs müssen die oberflächlichen Venen überwiegen, später kann sich das Verhältniss umkehren, wie es das ja an der unteren Extremität in der Regel und zwar schon frühzeitig thut. Der Grund ist das ungleichmässige Verhältniss zwischen Oberfläche und Inhalt verschieden grosser Körper. Jene nimmt ceteris paribus mit den Quadraten, dieser mit den Cuben der Durchmesser zu. Tiefe Aeste der Capitalis, welche hier in Betracht kommen, haben wir drei, einen in der Ellenbeuge und die beiden Venae brachiales, der erstere, aus einer Anzahl von Vorderarm-Begleitvenen entstanden, bleibt eigentlich immer schwächer, als die Hautvene. Dagegen kann die eine Brachialis, wenn sie besonders stark ist, so auch, wenn wenig tiefes Blut in der Ellenbeuge nach aussen abgegeben wird, die Capitalis beim Erwachsenen an Kaliber übertreffen. Meist kann man aber auch hier, sobald man sich nur das primitive Verhalten vergegenwärtigt, constatiren, dass die Axillaris die Fortsetzung der oberflächlichen Vene ist, nicht die der tiefen, welche in erstere münden. — Anders ist dies bei der unteren Extremität. Erstens haben wir die colossale Massenentwickelung gegenüber dem Arme, zweitens geht das Blut in der Kniekehle aus der Saphena parva, event. auch magna in die Tiefe, wodurch die Poplitea und dann weiter die Femoralis so sehr stark werden. Schon beim 6monatlichen Foetus überwiegt die Femoralis über die Saphena magna bei der Vereinigung.

Der *embryonale Typus* der Capitalis und ihrer Aeste kann, von unwesentlichen Caliber- oder Richtungs-Aenderungen abgesehen, zeitlebens *persistiren*. Solche Fälle sind nicht unbekannt. *Theile*[1]) erwähnt einen Fall, in dem „ein vom Oberarm herabsteigender Hautast, gleichsam eine rückkehrende Haut-

[1]) v. *Sömmering-Theile*, Gefässlehre. Theile hat übrigens, wie ich nachträglich sehe, schon die Basilica des Oberarmes als „eigentliche Fortsetzung der Cephalica“ angesprochen.

vene“ in die „Mediana“ mündete: eine Cephalica humeri descendens. Schon früher hatte Morgagni[1]) einen „defectum venae cephalicae“ an dem rechten Arme eines starken Mannes notirt. Barkow[2]) bildet einen Fall von absteigend gebliebenem unteren Ende der Cephalica humeri ab. Ich selbst habe, abgesehen von fast gänzlichem Eingehen der Cephalica an dem unteren Theile des Oberarmes, seitdem ich auf dem Präparirsaale darauf geachtet habe, zu wiederholten Malen eine absteigende Vene in der lateralen Bicepsfurche gesehen, welche in der Ellenbeuge in die Hauptvene ging. —

In Folge des Stärkerwerdens von Aesten wird aus der anfänglich geraden Linie, welche die Capitalis geht, eine gebrochene oder gekrümmte. Besonders influiren hier Abgang resp. Einmündung der Cephalica humeri, der Basilica und der tiefen Ellenbeugenvene. Aber selbst wenn auch beträchtlichere Veränderungen in Caliber und Verlauf eingetreten sind, so wird man doch in der Mehrzahl der Fälle beim Erwachsenen den oben geschilderten typischen Verlauf wiedererkennen oder reconstruiren können. Practisch wichtig könnte das für Aderlässe in der Ellenbeuge werden.

Die Veränderungen, denen das primitive und typische Verhalten der Hauptvene des Armes im Verlaufe der Entwickelung und des Wachsthums unterliegen kann, sind ausserordentlich mannigfach. Die so entstehenden Varietäten sind theilweise von practischem Interesse und hat man deshalb diesen Verhältnissen, besonders den Venen der Ellenbeuge von Seiten der Chirurgie und der Anatomie schon lange besondere Aufmerksamkeit geschenkt. Man hat eine grosse Zahl von Varietäten beschrieben, ja man hat bisher, wie diese Zeilen zeigen sollen, eine Abweichung als Norm beschrieben und abgebildet, man hat, da man sich aus dem variablen und oft complicirten Befunde beim Erwachsenen nicht recht herausfinden konnte, für den Unterricht ein ziemlich complicirtes, aber den Thatsachen der Entwickelungsgeschichte wenig entsprechendes Schema construirt. Man kann nun, wenn man das primitive Verhalten als Norm hinstellt, und das ist gewiss das Richtige, die verschiedenen Varietäten ziemlich einfach daraus herleiten. Die Ursachen der Veränderungen sind theils Wachsthumsverschiebungen, grossentheils aber jedenfalls rein mechanische Einwirkungen, die in Folge des quantitativ und qualitativ ver-

[1]) De sede et causis morb. epist. XIV art. 44.

[2]) Die Venen der oberen Extremität des Menschen. Breslau. 1868. F. S. XXV Fig. IV.

schiedenen Gebrauches der Arme sehr verschiedenartig sich ausprägen werden. Ausserdem spielen auch hier wohl Vererbungsvorgänge eine Rolle.

Lassen wir diese letzteren, mit denen man ja schliesslich Alles „erklären" kann, bei Seite, so kann der Typus der Capitalis in folgender Weise modificirt werden.

Die Vene selber sowohl wie ihre Aeste können erleiden:

A) Veränderung des Calibers, partielle oder totale, absolute und relative Vergrösserung und Verkleinerung, und zwar durch Zuflüsse oder Abflüsse.

Diese können sein: 1) oberflächliche, radiale, ulnare, volare, dorsale.

2) Tiefe, so besonders die tiefe Vene der Ellenbeuge, welche ihre Zuflüsse aus den Begleitvenen der Vorderarmarterien erhält.

Hierher gehört das Eingehen der Cephalica humeri descendens, andererseits ihre starke Ausbildung. Art und Ort der Einmündung der tiefen Ellenbogenvene spielen hier eine grosse Rolle. Erhält das Blut die Richtung medialwärts, so wird die Capitalis, — lateralwärts, so wird die Cephalica davon profitiren. Ferner kann ein Stück der Hauptvene fast ganz eingehen, vielleicht sogar total und zwar in der Ellenbeuge. Dann kann die Cephalica humeri als Fortsetzung des Unterarmstückes der Hauptvene erscheinen und das Oberarmstück derselben als Fortsetzung der Basilica. Uebergänge von der Norm bis zu diesem Extrem finden sich ausserordentlich häufig und in allen Nüancen. Sie sind es, welche zu der noch heute überall gebräuchlichen Nomenclatur Basilica und Cephalica Anlass gegeben haben.

Entschieden selten ist dagegen die Ausbildung einer stärkeren Vene in der Mitte der Volarseite des Vorderarms, einer „Mediana superficialis", die sich dann mit je einem Aste in die „Basilica" und „Cephalica" ergiessen soll. Es kommt allerdings, auch bei Embryonen (vgl. oben), öfters ein grösserer Ast vor, den die Hauptvene in der Ellenbeuge zwischen Einmündung der Cephalica humeri und Basilica erhält. Bei stärkerer Entwickelung kann dann eventuell das erwähnte Verhalten zu Stande kommen oder vorgetäuscht werden. Es ist aber eine seltene Ausnahme. Ganz überflüssig sind demnach die Namen: „Mediana" (superficialis), Med. basilica, Med. cephalica, Med. communis etc. Sie stiften nur Verwirrung an. V. medianae sind die Begleitvenen der Arteria mediana zu nennen, und nur diese. — Bei allen in der Ellenbeuge eintretenden Umwälzungen pflegt aber doch das betreffende Stück

der Hauptvene, die sog. „Verbindung zwischen Cephalica des Vorderarms und Basilica des Oberarms“ deutlich als stärkere Vene zu persistiren. Das ist den Chirurgen wohl bekannt (vgl. z. B. Bardeleben, Chirurgie, 8. Ausg. Bd. I, S. 203); pflegt man doch hier zur Ader zu lassen.

B) Veränderung der Richtung. Jede Vene kann durch stärkere Aeste mehr oder weniger abgelenkt werden (vgl. Roux, Jen. Zeitschr. XII). Sehr deutlich ist dies schon frühzeitig an den beiden Stellen zu sehen, wo die Cephalica humeri, richtiger die Transversa cubiti — und wo die Basilica in die Hauptvene münden.

Ausser durch diese direct-mechanische Einwirkung des Blutdruckes können Stamm und Aeste durch Wachsthumsvorgänge verschoben werden. Ein Beispiel bietet hierfür die Cephalica humeri in der Ellenbeuge und am Biceps, wie ich das oben erläutert habe.

C) Veränderung in der Richtung des Blutstromes. Auch hierfür ist die Cephalica humeri zu nennen, die anfangs als Ast der Capitalis ihr Blut nach unten sendet, während es später aufsteigt. Trotz der Stromes-Umkehr bleiben aber die nach unten gerichteten Aeste bestehen und bezeugen noch beim Erwachsenen die frühere Existenz einer absteigenden Vene. In der Capitalis des Oberarms selbst, also der bisher sog. Basilica humeri, findet eine Umkehr des Stromes niemals statt, und rückläufige Aeste wird man an der medialen Seite des Armes vergeblich suchen.

Ein Vergleich der V. capitalis mit der V. saphena magna lehrt, dass diese beiden Venen homolog sind. Beide verlaufen vom Rücken des Endgliedes der Extremität an der inneren (tibialen, radialen) Seite des Unterschenkels resp. Unterarmes, sodann an der inneren Seite des oberen Gliedmassenabschnittes. Die Saphena liegt bei Embryonen mehr nach der Kniebeuge zu, als bei Erwachsenen. Ferner mündet bei jenen die V. saphena parva, welche der Basilica homolog ist, in die Saphena magna. Communication mit den tiefen Venen besteht in der Ellenbeuge wie in der Kniekehle. An der unteren Extremität gestalten sich dann später diese Beziehungen anders. Schliesslich dürfte die schon bei Embryonen deutliche, an der Rückseite des Oberschenkels herabsteigende V. femoro-poplitea, welche in der Kniekehle mit den Saphenae und dem Verbindungsaste zur Poplitea zusammenhängt, der Cephalica humeri descendens homolog zu setzen sein. Die betreffende Vene der unteren Gliedmasse bleibt zeitlebens ab-

steigend, ein Umstand, der wohl mit der starken secundären Erweiterung der tiefen Begleitvenen, Poplitea und Femoralis, zusammenhängt, welche gewissermassen die physiologische Leistung der Nebenbahn Cephalica humeri mit übernehmen.

Zu eingehenderen Vergleichen mit Thieren, wenigstens grösseren Säugethieren, fehlen bisher die Grundlagen. Vielleicht ist es mir später vergönnt, die vergleichende Anatomie des Venensystemes — für die Gliedmassen noch ziemlich vollständige Terra incognita — an der Hand eines grösseren Materials systematisch zu bearbeiten. Eigene Erfahrungen besitze ich bisher nur für Hund, Katze, Kaninchen und zwar nur für geborene Thiere. Für grössere Säuger stand mir nur die Literatur resp. Abbildungen zu Gebote. Embryonen scheinen auch hier ebensowenig daraufhin untersucht zu sein, wie beim Menschen. Und die Beschreibung der Venen des erwachsenen Thieres (Pferd, Rind, Schwein etc.) leidet, wie es scheint, an denselben Mängeln, wie die bisherige für den Menschen, welche ausserdem mehr, als es im Interesse der Sache liegt, die descriptive Anatomie der Hausthiere beeinflusst haben dürfte. Schliesslich fehlen dann auch hier nicht die Varietäten, sodass die Beschreibungen und Abbildungen von Gurlt, Leyh, Leisering, Chauveau, Franck durchaus nicht übereinstimmen, abgesehen davon, dass sie theilweise etwas unbestimmt und unklar sind.

Als Resultat des Studiums von Literatur und Abbildungen ergab sich mir daher zunächst die Ueberzeugung, dass gründliche systematische Untersuchungen des Venensystems bei den Säugethieren, vor allem an embryonalem Material, dringend nothwendig sind. Soweit ich aber habe constatiren können, besteht, wenn wir von der grossen Differenz absehen, welche die anderweitige Gestaltung von Carpus, Metacarpus und Phalangen bei den Säugethieren bedingt, eine ganz unverkennbare Homologie der grossen Armvene bei jenen und dem Menschen. Hier wie dort zieht sie an der radialen Seite bis zur Ellenbeuge und dann an der inneren Seite des Oberarmes weiter.

In der Ellenbeuge besteht Communication mit tiefen Venen, ferner Einmündung einer, wohl der Basilica zu vergleichenden Vene und schliesslich geht auch bei den Säugern eine Cephalica humeri in der Ellenbeuge ab, um schliesslich die grosse Hauptvene wieder zu erreichen. Diese Cephalica humeri zeigt bei verschiedenen Gattungen sehr verschiedene Ausbildung, so ist sie beim Pferde

viel schwächer, als die Fortsetzung der Capitalis und geht unter beträchtlicherem Winkel ab. Noch schwächer ist die Cephalica humeri beim Rinde, stärker beim Schwein, am stärksten, wie es scheint, bei den Raub- und Nagethieren, also denjenigen Thieren, welche ihre Extremitäten schnell bewegen, sowie die vordere Extremität vielseitiger, z. B. auch als Greiforgan, also menschenähnlicher gebrauchen. Obwohl embryonale Befunde noch fehlen, glaube ich doch nicht fehl zu gehen, wenn ich auch für die Säuger die Existenz einer V. capitalis, wie ich sie oben für den Menschen dargethan zu haben glaube, statuire. Eine stärker entwickelte Cephalica humeri, die auch dort wohl ursprünglich aus zwei heterogenen Elementen besteht, dürfte dann gleichfalls als secundäre Bildung, als Nebenbahn (Insel) aufzufassen sein. Ihr auffallend verschiedenes Verhalten bei den genannten Gattungen macht dies schon jetzt wahrscheinlich.

Erklärung der Abbildungen
auf Tafel XXVIII.

Allgemein gültige Bezeichnungen:

b Vena basilica
br Musculus brachioradialis (supinator longus)
ca Vena capitalis brachii
ce Vena cephalica (humeri)
ce. p Vena cephalica pollicis
ce. s Vena cephalica (humeri) superior s. ascendens
d Musculus deltoides
p Musculus pectoralis major
p. c Vena profunda cubiti
sl Vena salvatella
t. c Vena transversa cubiti.

Fig. 1. Unterarm und Theil des Oberarms, rechts. Embryo No. 5. St. Sch. 5,8. g. L. 8,2.

Fig. 2. Unterarm und Theil des Oberarms, links. Embryo No. 8. St. Sch. 6,8. g. L. 9,7.

Fig. 3. Linker Arm des weiblichen Zwillings No. 27. St. Sch. 20. g. L. 28,5.

Fig. 4. Rechter Arm desselben Embryo.

Fig. 5. Linker Arm des männlichen Zwillings No. 28. St. Sch. 20,5. g. L. 29,5.

Fig. 6. Rechter Arm desselben Embryo.

Fig. 7. Verlauf der Venen in der Gegend der Ellenbeuge, links. Embryo No. 29, weibl. Hemicephalus. St. Sch. 13,5. g. L. 24.

Fig. 8. V. capitalis am Vorderarm und in der Ellenbeuge, rechts. Inselbildung um den Brachioradialis. Embryo No. 30, weibl. Hemicephalus. St. Sch. 15,5. g. L. 28.

Fig. 9. Verlauf der Venen im mittleren Theile des linken Armes. Embryo No. 31, weibl. Hemicephalus. St. Sch. 16. g. L. 27.

Fig. 10. Rechter Arm desselben Embryo.

Fig. 11. Linker Arm des Embryo No. 34. St. Sch. 22. g. L. 33,5.

Fig. 12. Ellenbeuge-Venen eines Erwachsenen, nach Barkow's (l. c.) Figur IV. $2^1/_2$ Mal verkleinert.

Mit Ausnahme von Figur 12 sind alle Abbildungen direct und in natürlicher Grösse (Fig. 9 und 10 etwas vergrössert) nach der Natur gezeichnet.

Druck von Ed. Frommann in Jena.

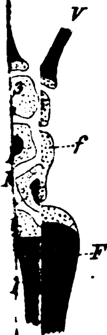


Fig. 9.

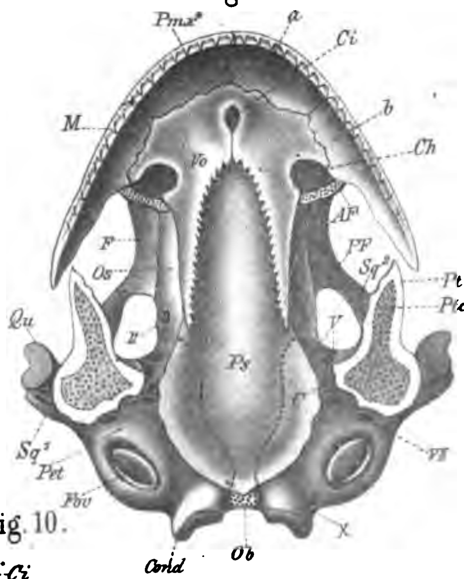




Fig. 10.

Fig. 11.

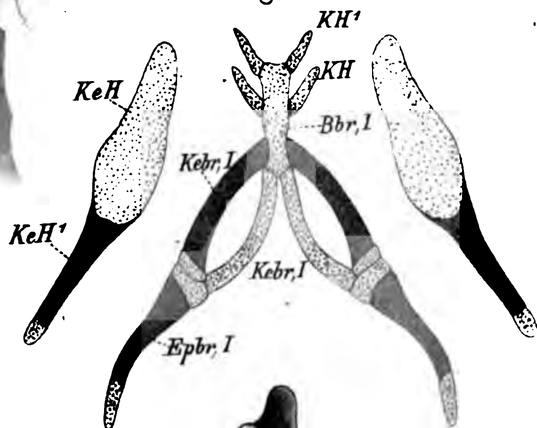
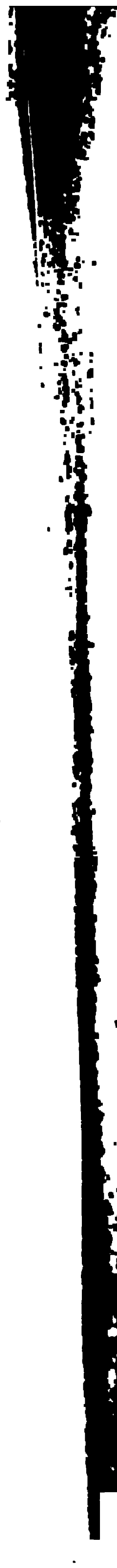
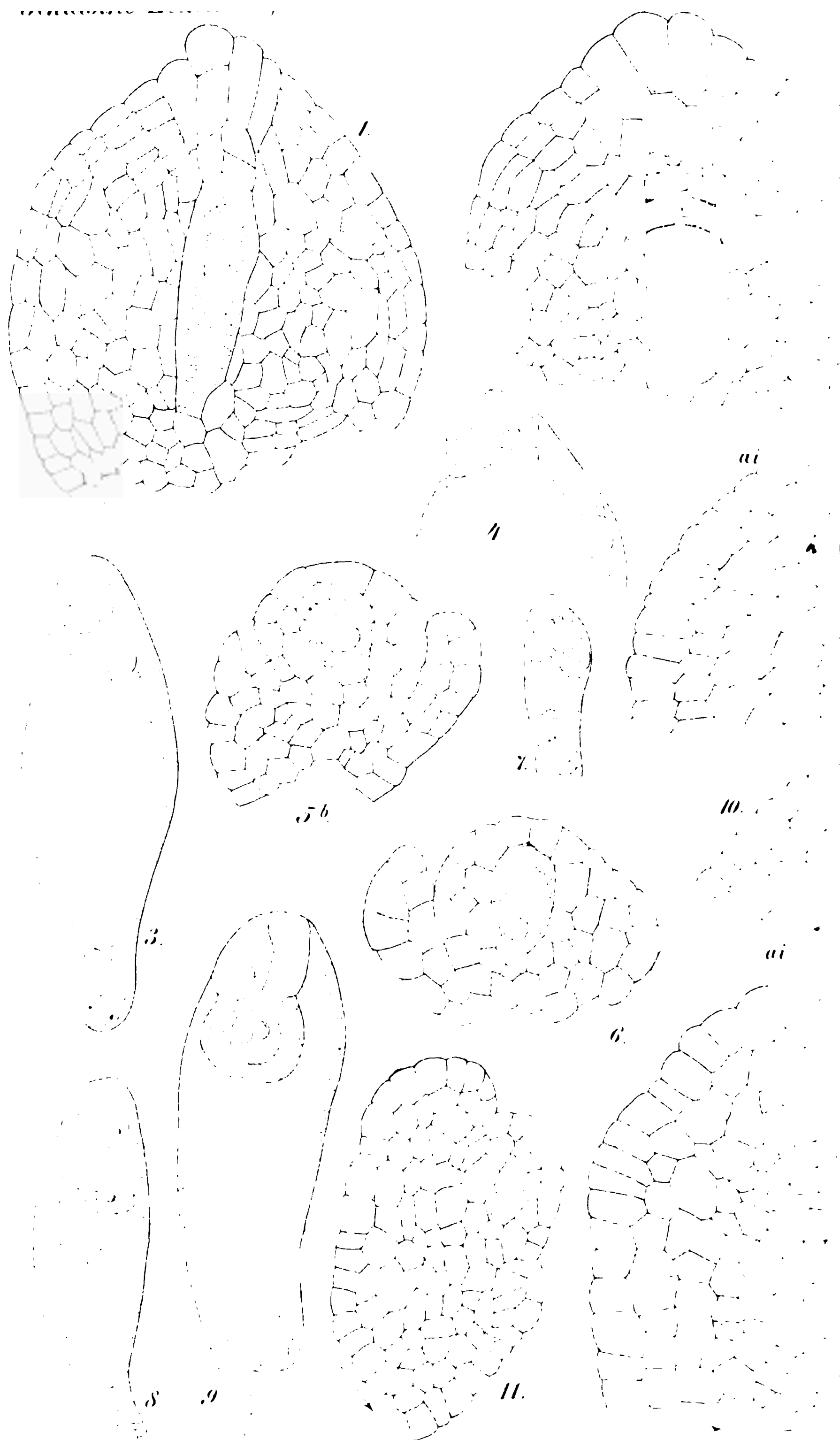




Fig. 15.

Lith. Anst. v. G. C. Müller, Jena.




1.
ai
4
5b.
7.
10.
3.
6.
ai
8
9
11.



22. 23. 24. 25. 26.

29.

28. 27.

31.

32.

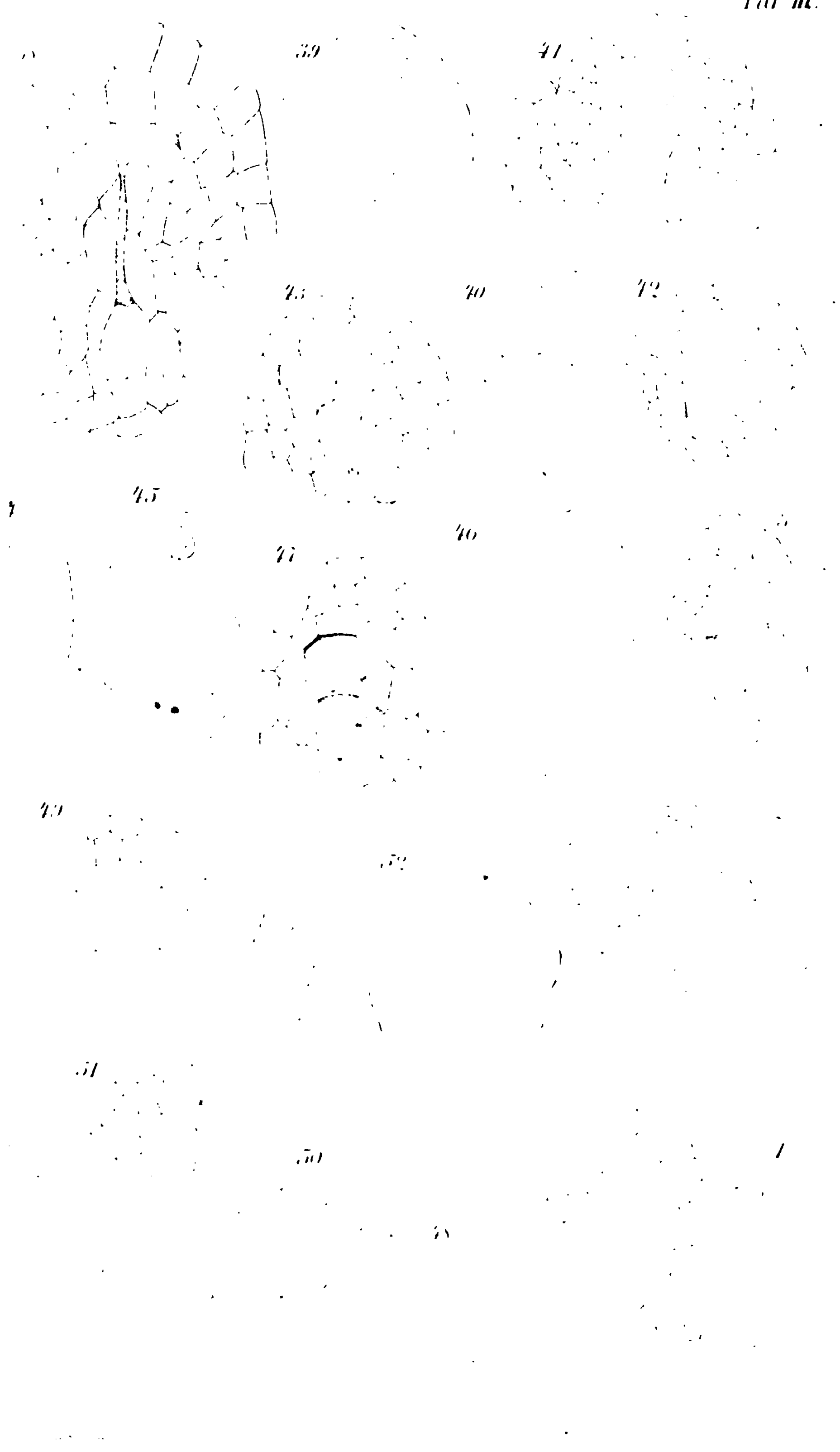
33.

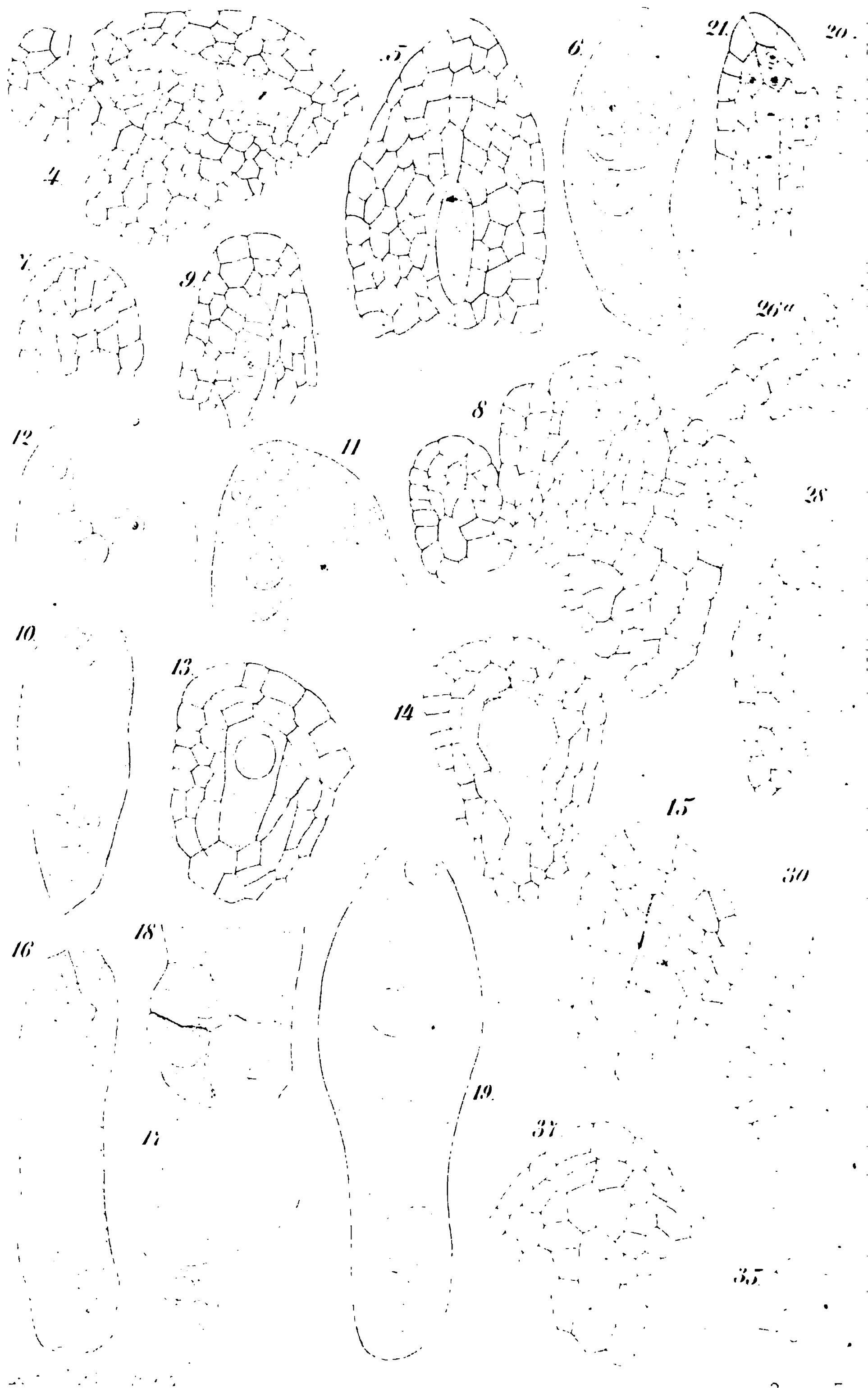
30.

34.

35. 36.

37.


39
41
43
40
42
45
47
46
49
52
51
50



4
5
6
21
20
7
9
26a
8
12
11
28
10
13
14
15
30
16
18
19
17
37
35

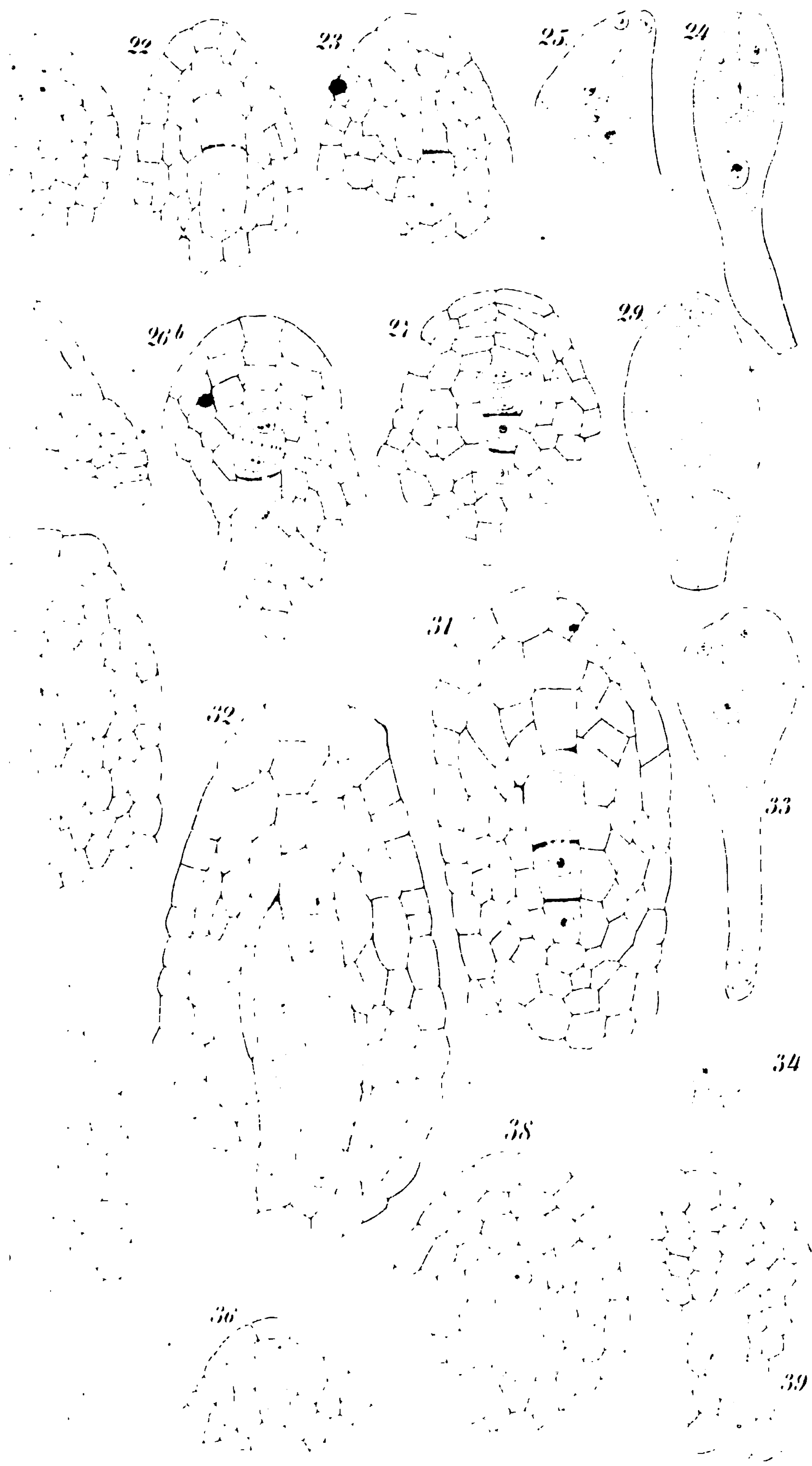

22
23
25
24
26b
27
29
31
32
33
34
38
36
39

Fig. 5.

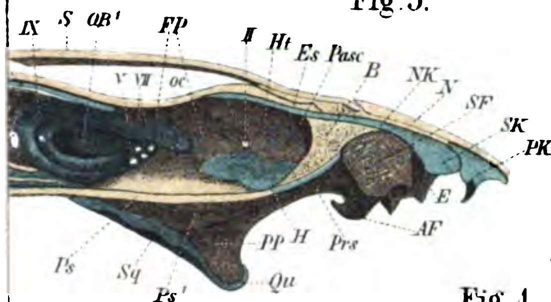


Fig. 4.

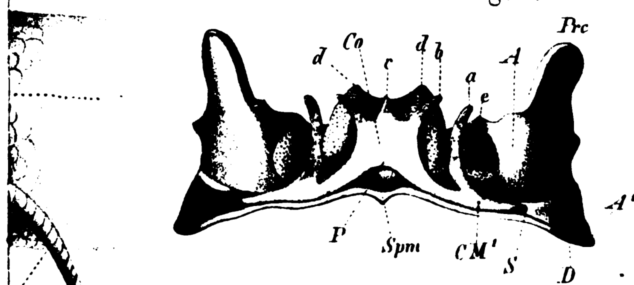
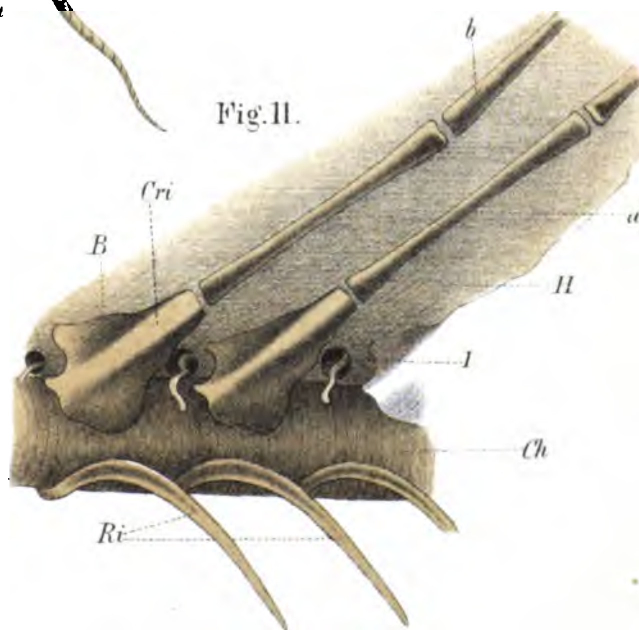
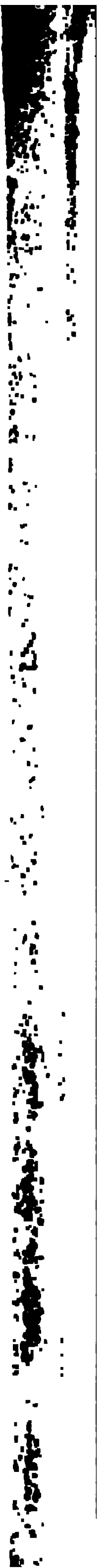


Fig. 11.











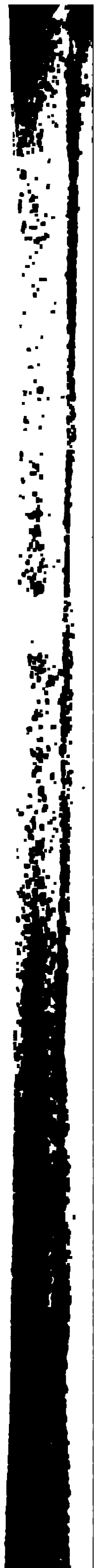








Fig. 1.

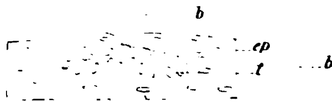


Fig. 3.

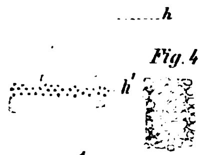


Fig. 5.

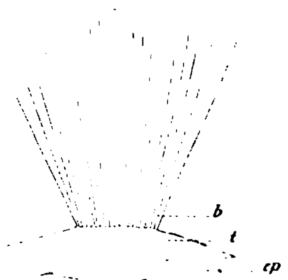


Fig. 2.

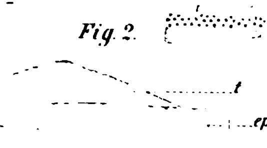


Fig. 4.



Fig. 11.

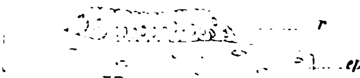


Fig. 12.



Fig. 13.

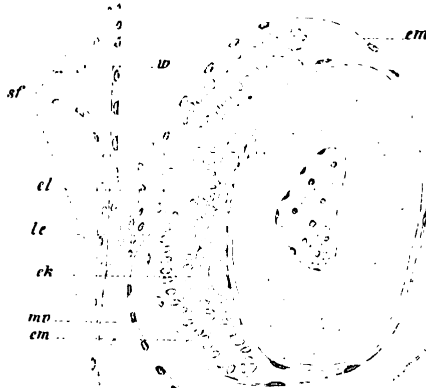


Fig. 14.

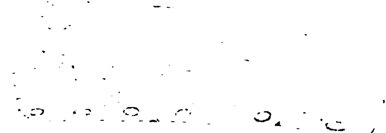


Fig. 18.

Fig. 19.



Fig. 20.

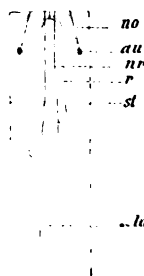


Fig. 21.

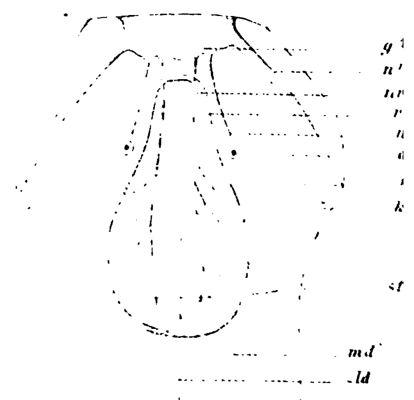






Fig. 1.

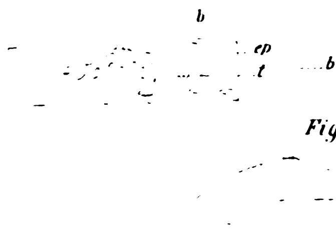


Fig. 3.

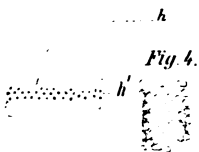


Fig. 4.

Fig. 5.

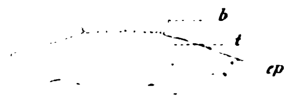


Fig. 2.

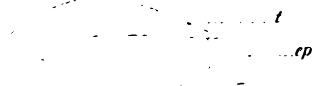


Fig. 11.

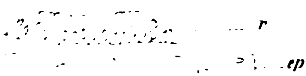


Fig. 12.

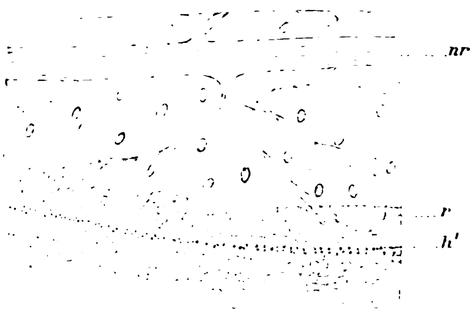


Fig. 13.

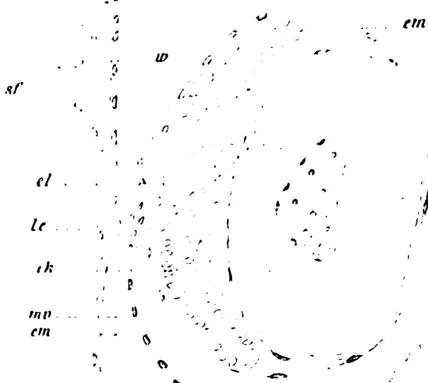


Fig. 14.

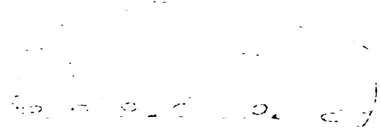


Fig. 18.

Fig. 20.

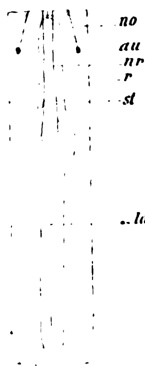


Fig. 19.

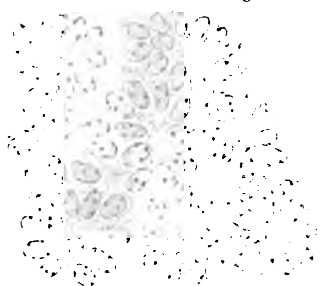


Fig. 21.

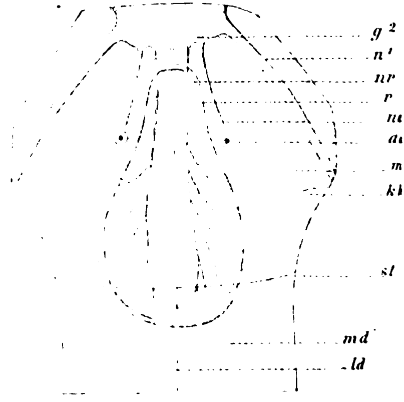


Fig. 6.

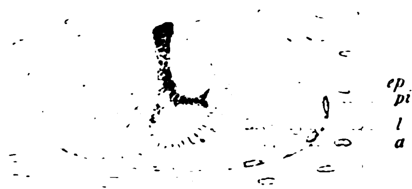


Fig. 7.



Fig. 8.

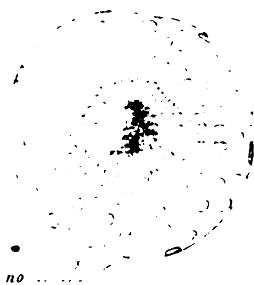


Fig. 9.

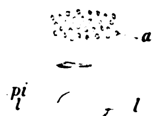


Fig. 10.

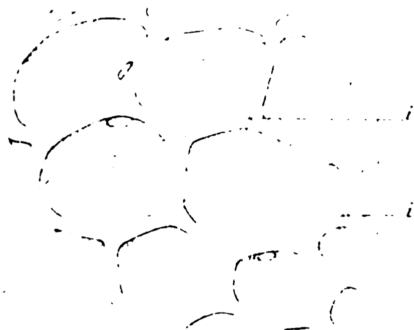


Fig. 15

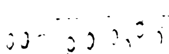


Fig. 16.

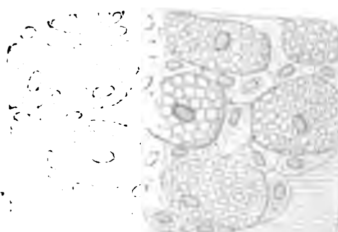


Fig. 17.

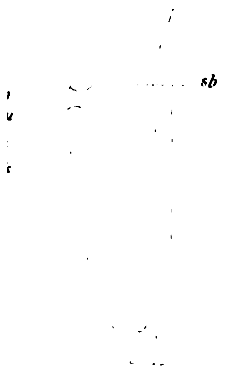


Fig. 22.

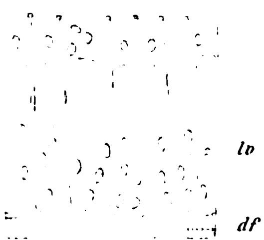
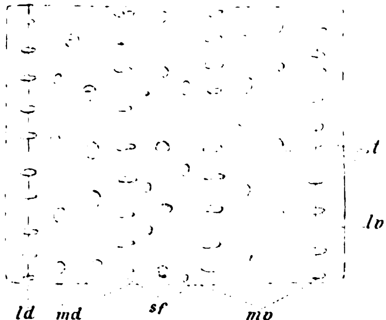
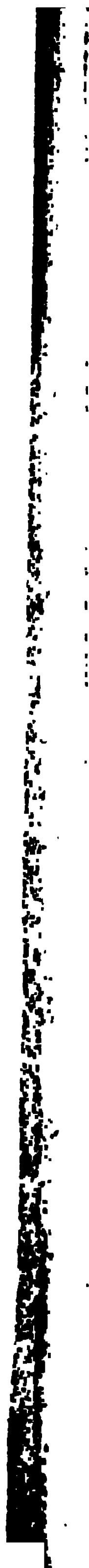
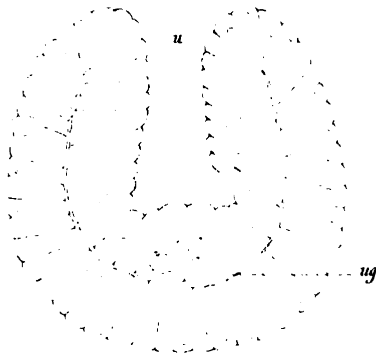


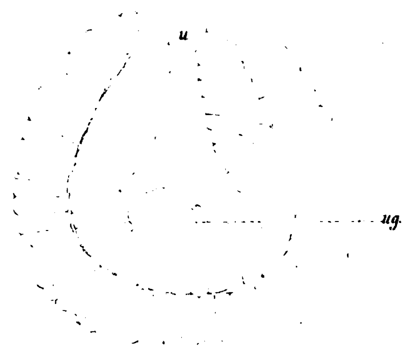
Fig. 23.

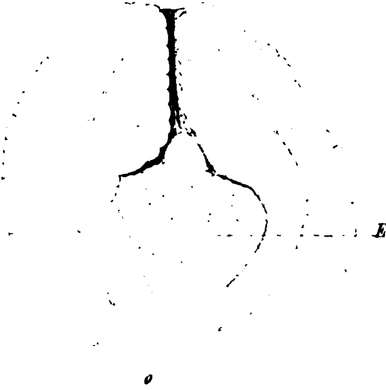


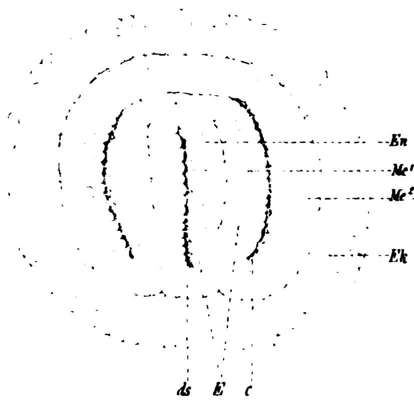
Lith. Anst. v. E. A. Funke Leipzig

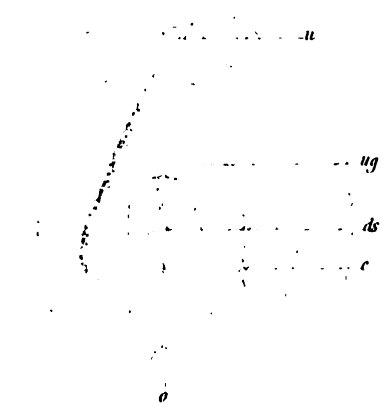



Fig. 3.
u
ug


Fig. 4.
u
ug.


Fig. 9.
E
o


Fig. 11.
En
Me'
Me²
Ek
ds
E
c


Fig. 10.
u
ug
ds
c
o

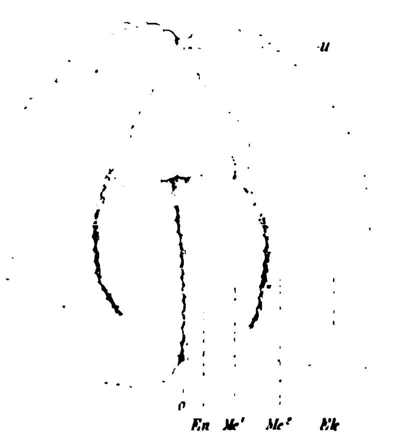

Fig. 12.
u
o
En
Me'
Me²
Ek



Fig. 1.

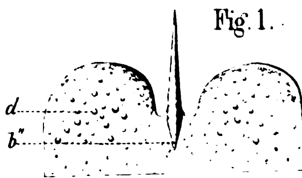


Fig. 2.

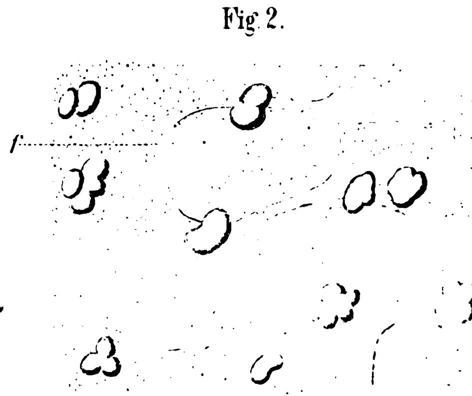


Fig. 5.

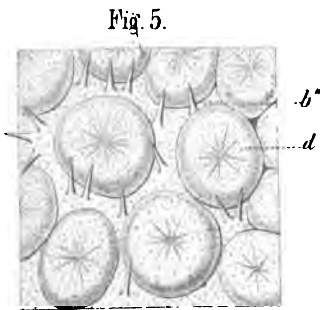


Fig. 6.

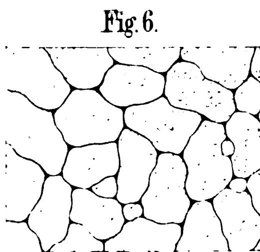


Fig. 7.

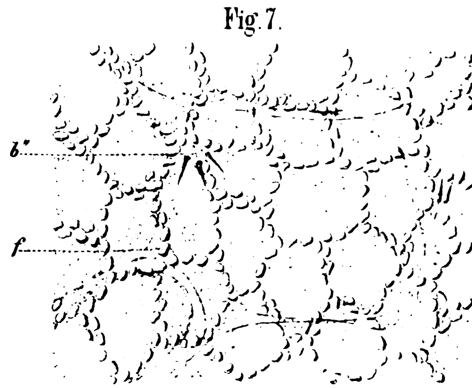


Fig. 11

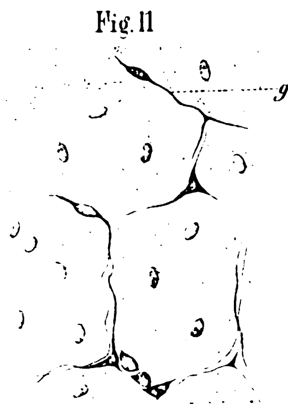
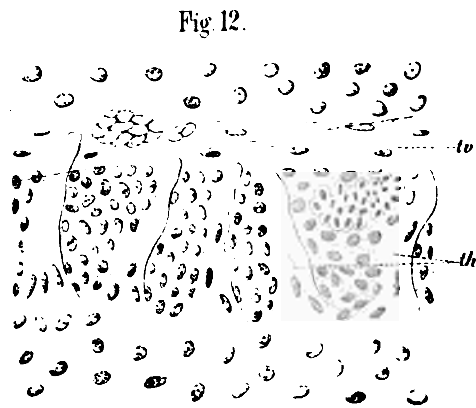


Fig. 12.



Gustav Fischer

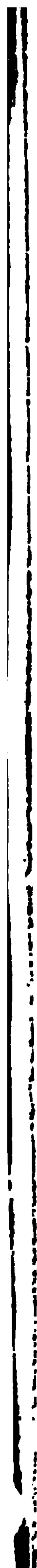


Fig. 1.

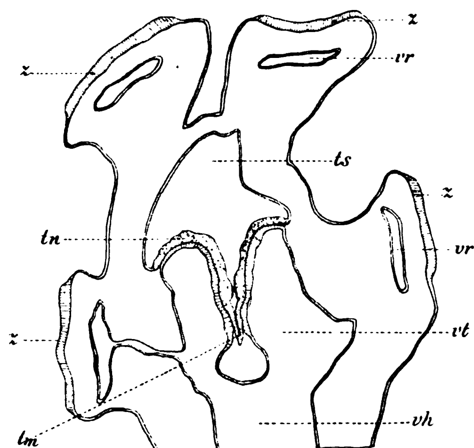


Fig. 2.

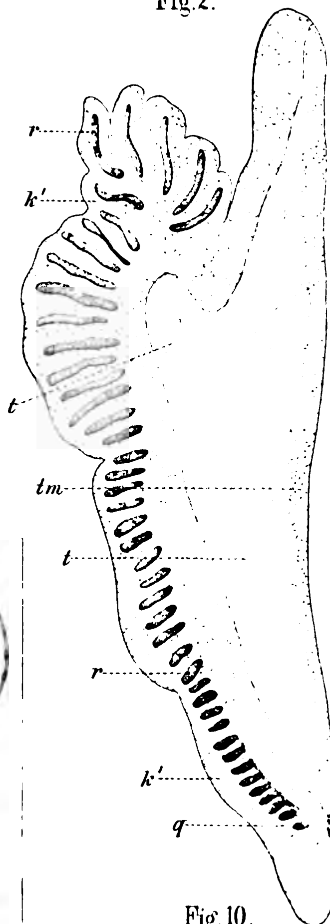


Fig. 7.

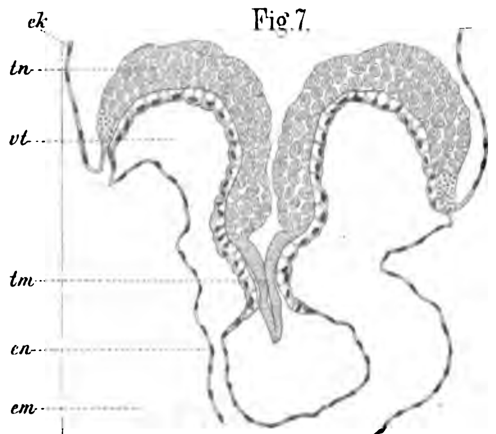


Fig. 8

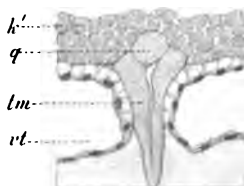


Fig. 9.

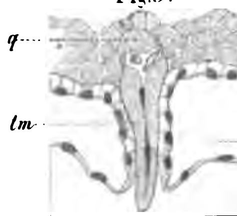


Fig. 10.

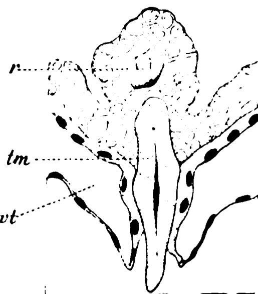


Fig. 1.

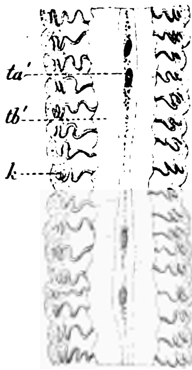


Fig. 2.

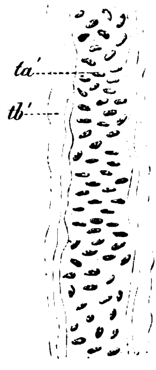


Fig. 3.

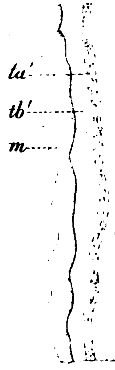


Fig. 4.

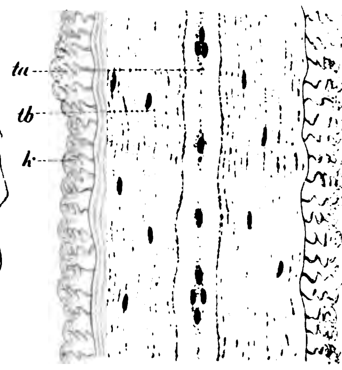


Fig. 8.

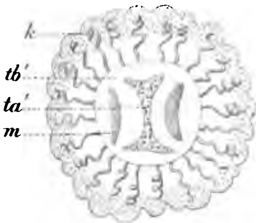


Fig. 9.



Fig. 10.



Fig. 11.

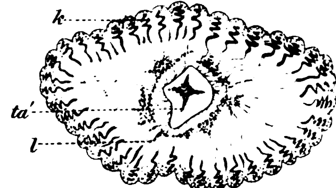


Fig. 16.

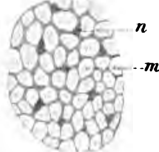


Fig. 15.

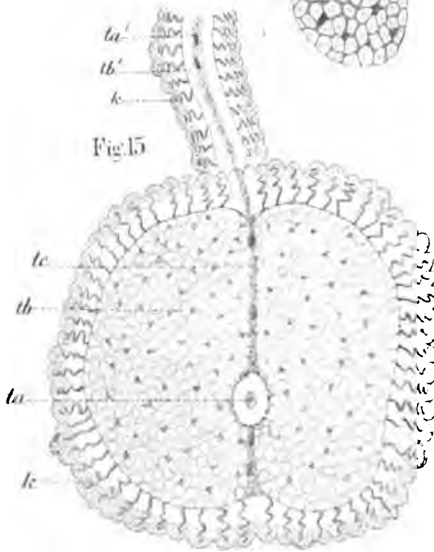


Fig. 17.

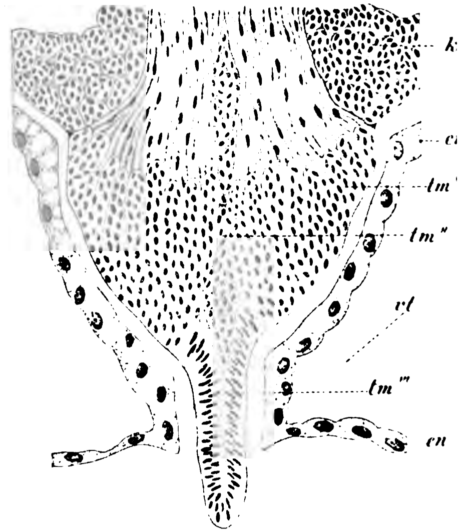


Fig. 5.

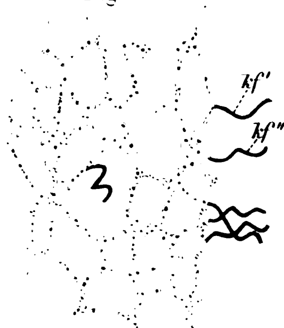


Fig. 6.



Fig. 7.

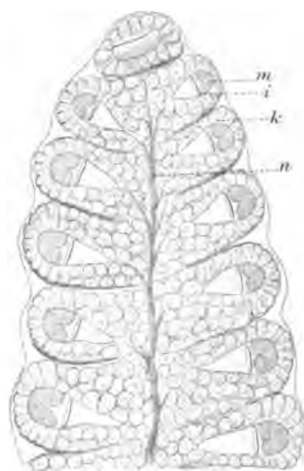


Fig. 12.

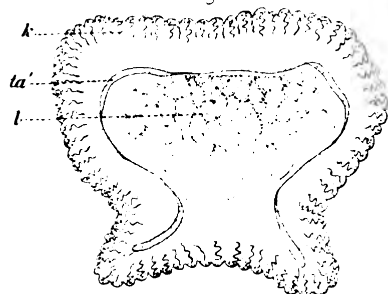


Fig. 13.

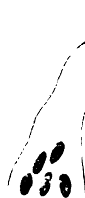


Fig. 14.

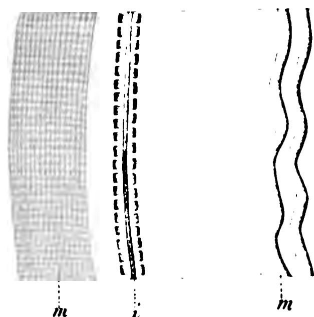


Fig. 18.



Fig. 19.

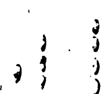


Fig. 20.



Fig. 21.

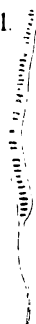


Fig. 22.

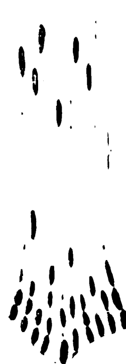


Fig. 23.

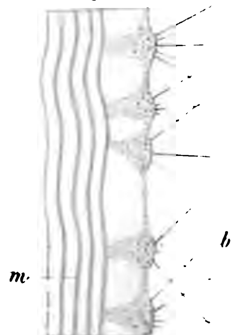


Fig. 1.

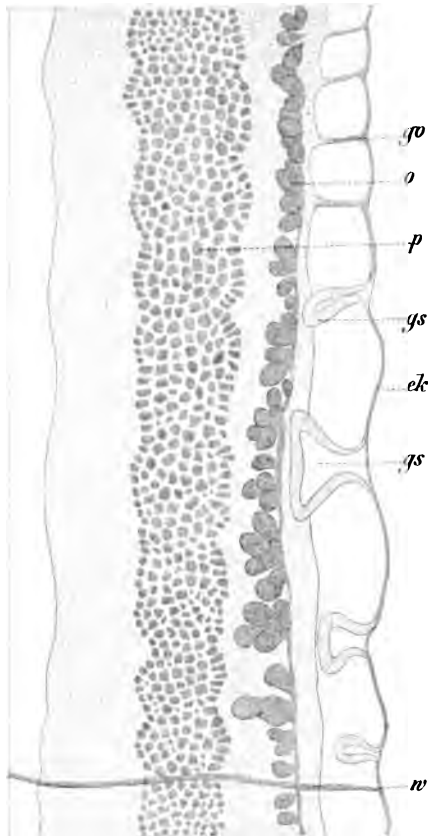


Fig. 2.

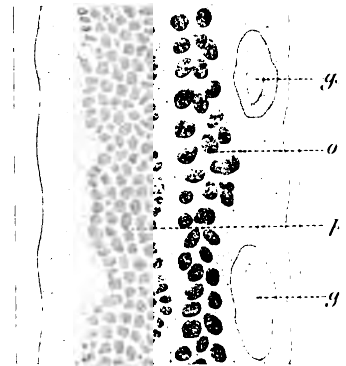


Fig. 4.

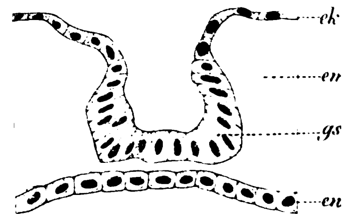


Fig. 7.

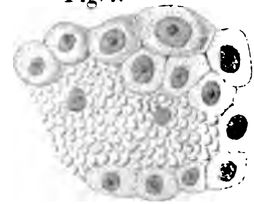


Fig. 8

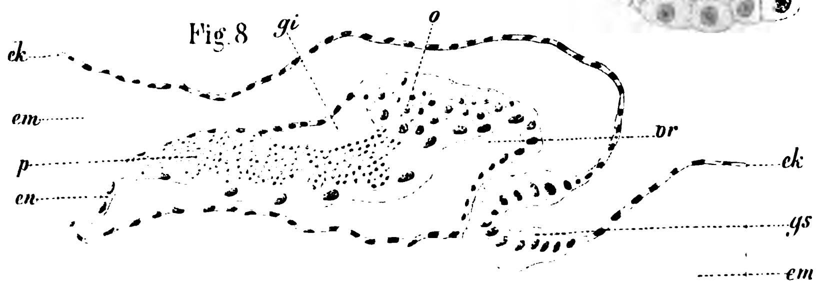


Fig. 3.

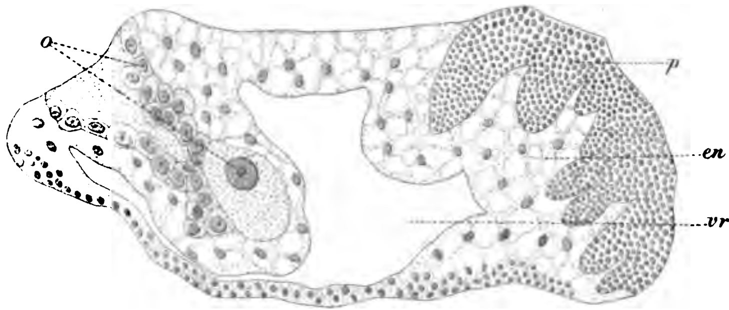


Fig. 5.

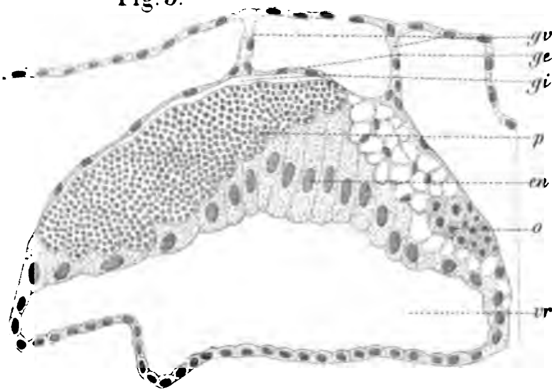


Fig. 6.



Fig. 9.



Fig. 10.

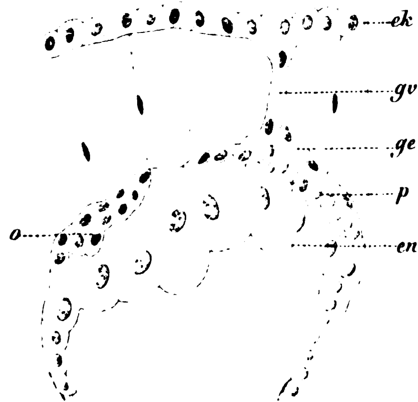


Fig. 1.

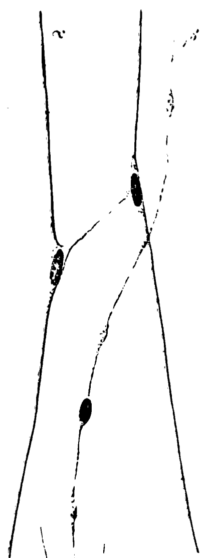


Fig. 2.

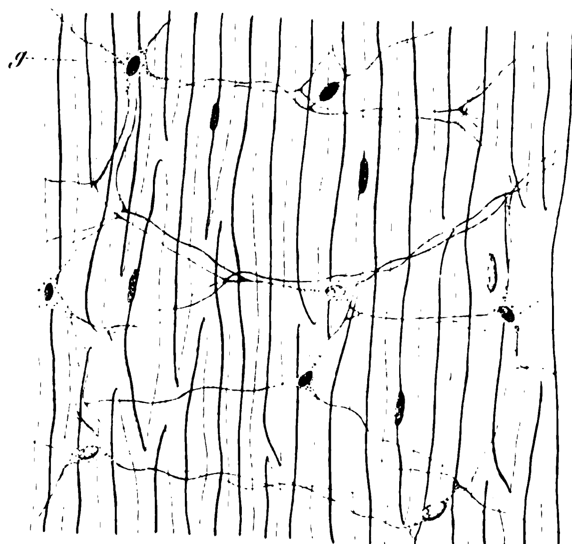


Fig. 5.



Fig. 6.

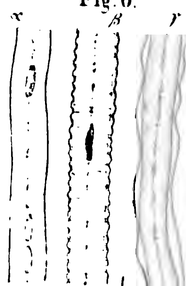


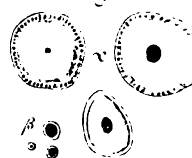
Fig. 7.

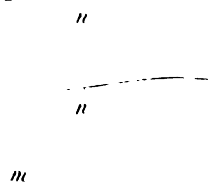


Fig. 8.



Fig. 9.





Gustav

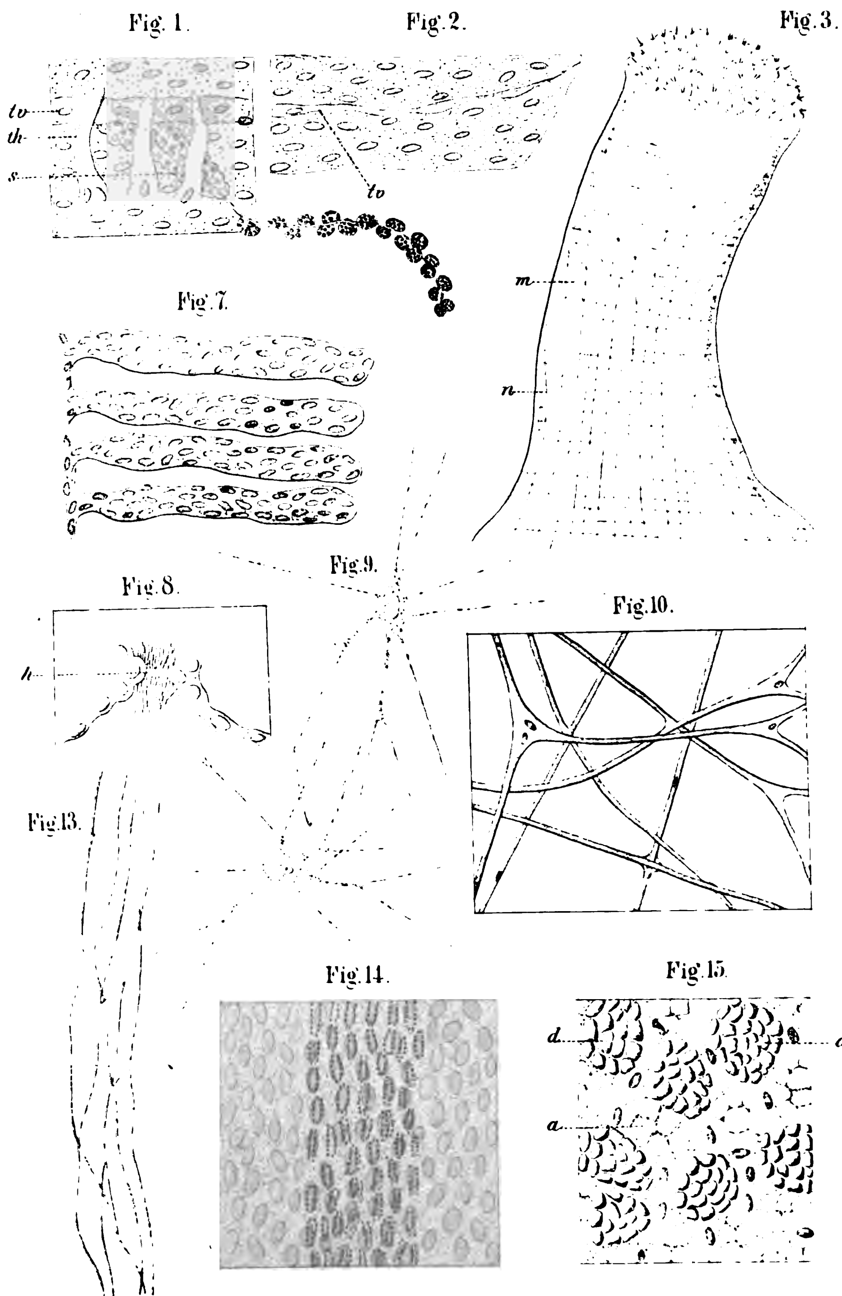

Fig. 1.
Fig. 2.
Fig. 3.
tv
th
s
tv
m
n
Fig. 7.
Fig. 8.
Fig. 9.
Fig. 10.
h
Fig. 13.
Fig. 14.
Fig. 15.
d
d
a

Fig. 4.

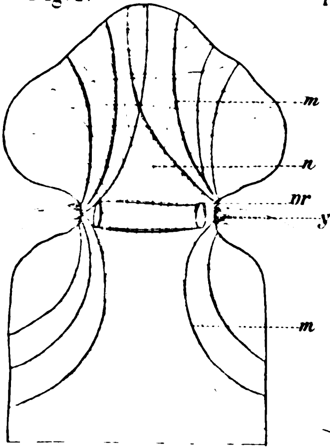


Fig. 5.



Fig. 6.

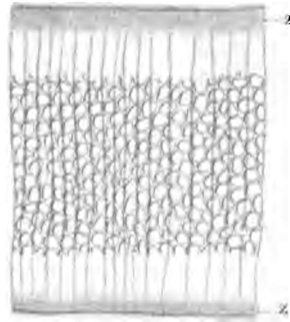


Fig. 12.

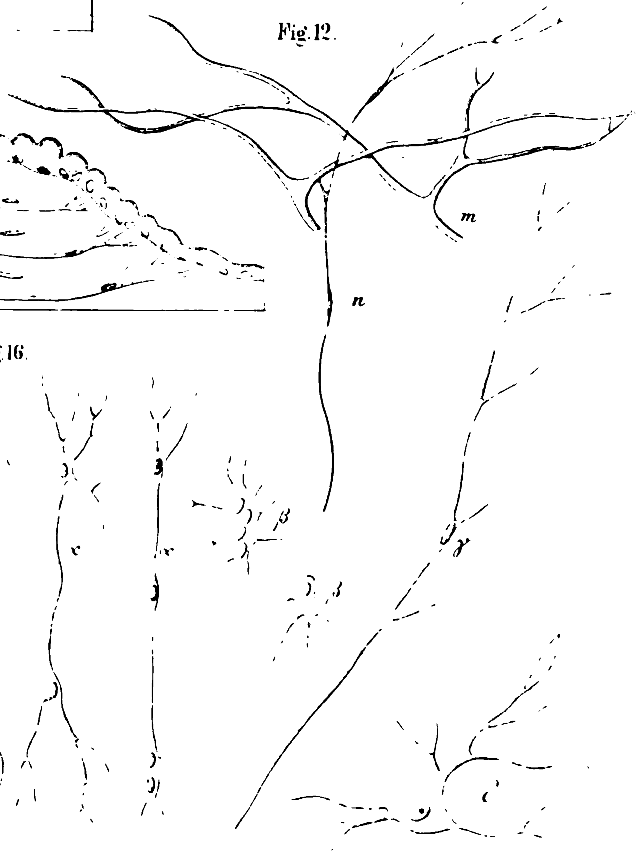
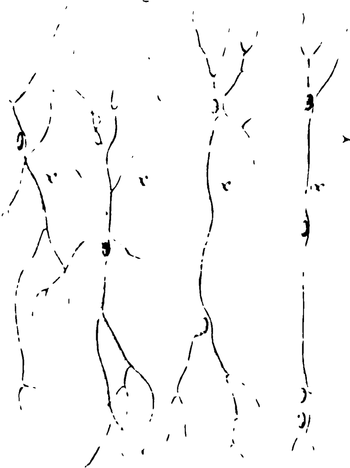


Fig. 11.



Fig. 16.



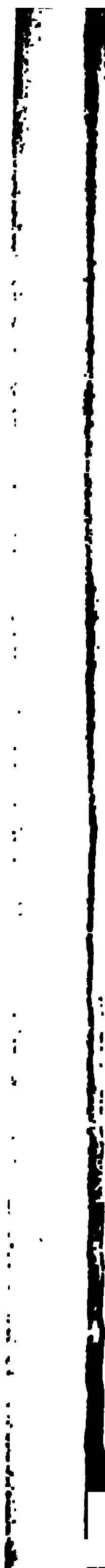


Fig. 1.

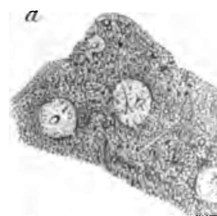
a



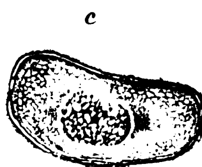
b



a



c



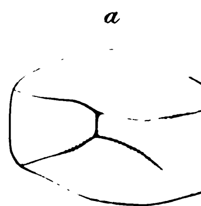
d



e



a



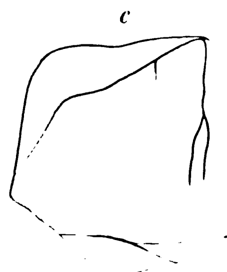
f



g



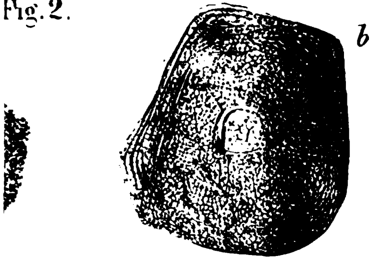
c

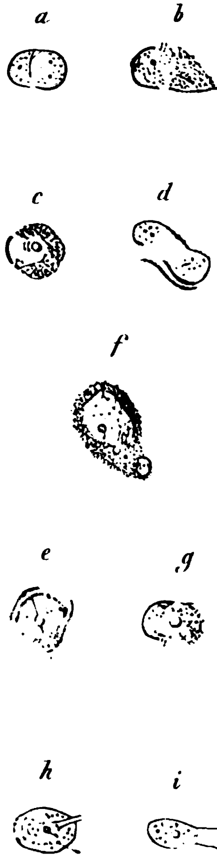


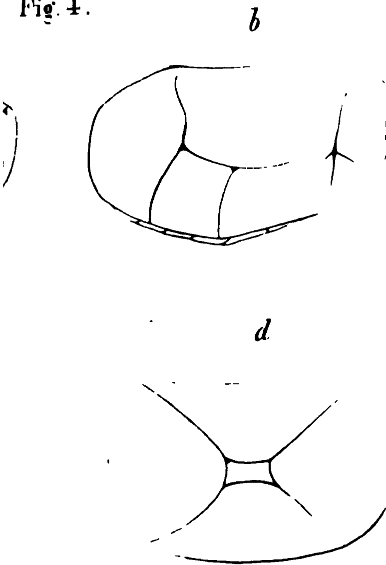
C. Frommann del.

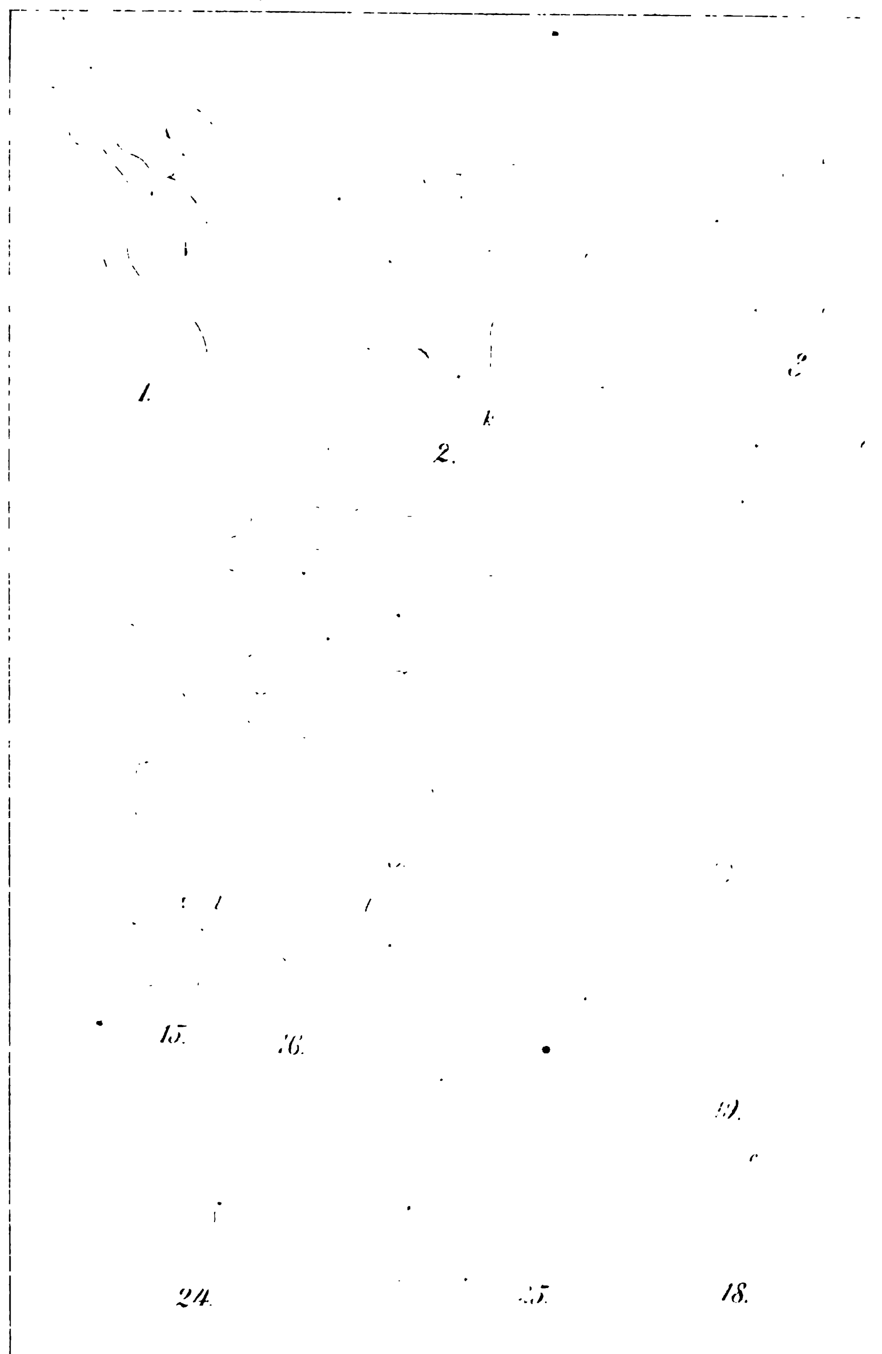
Gustav

Taf. XXII.

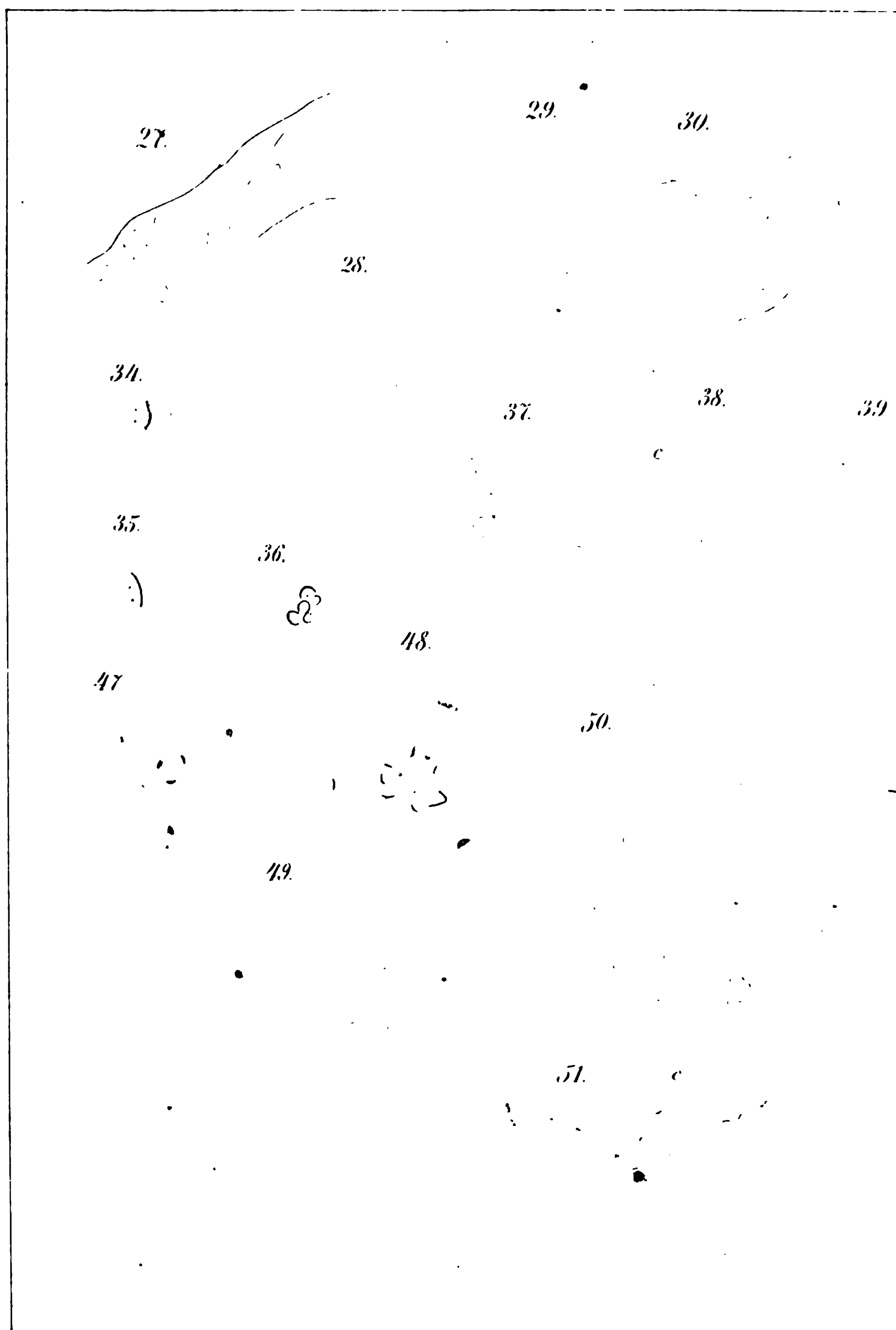


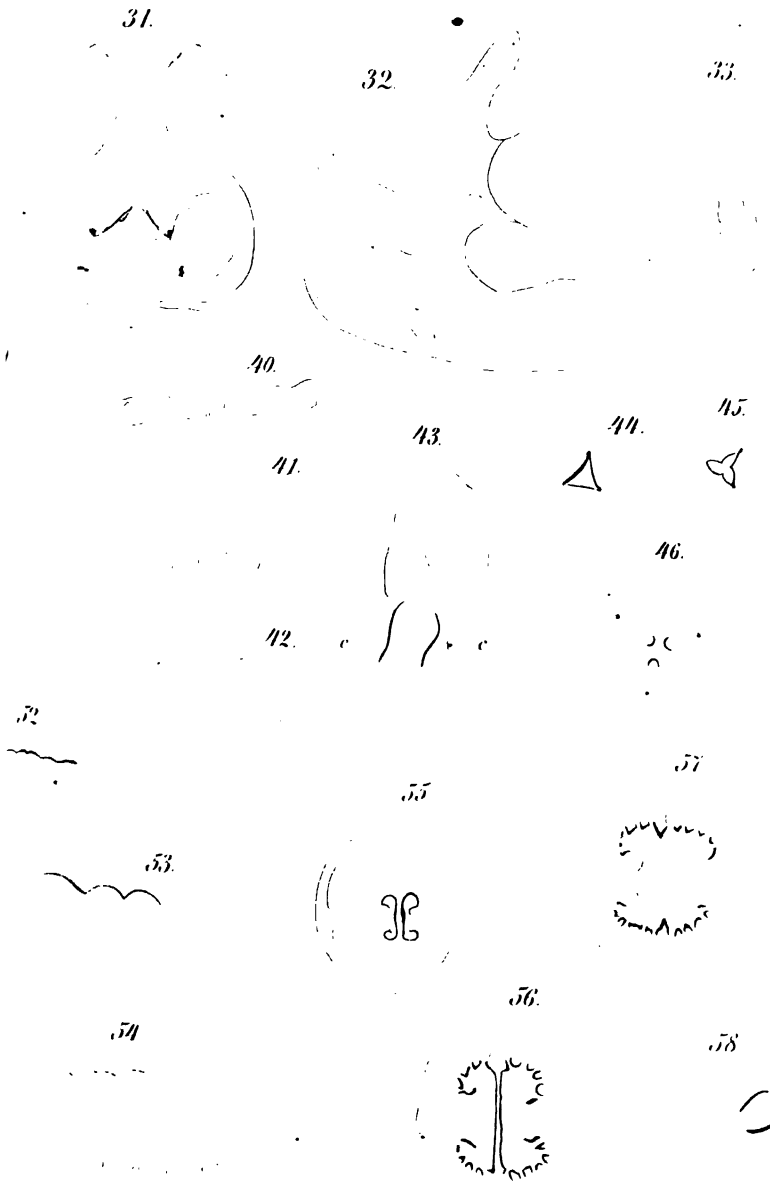


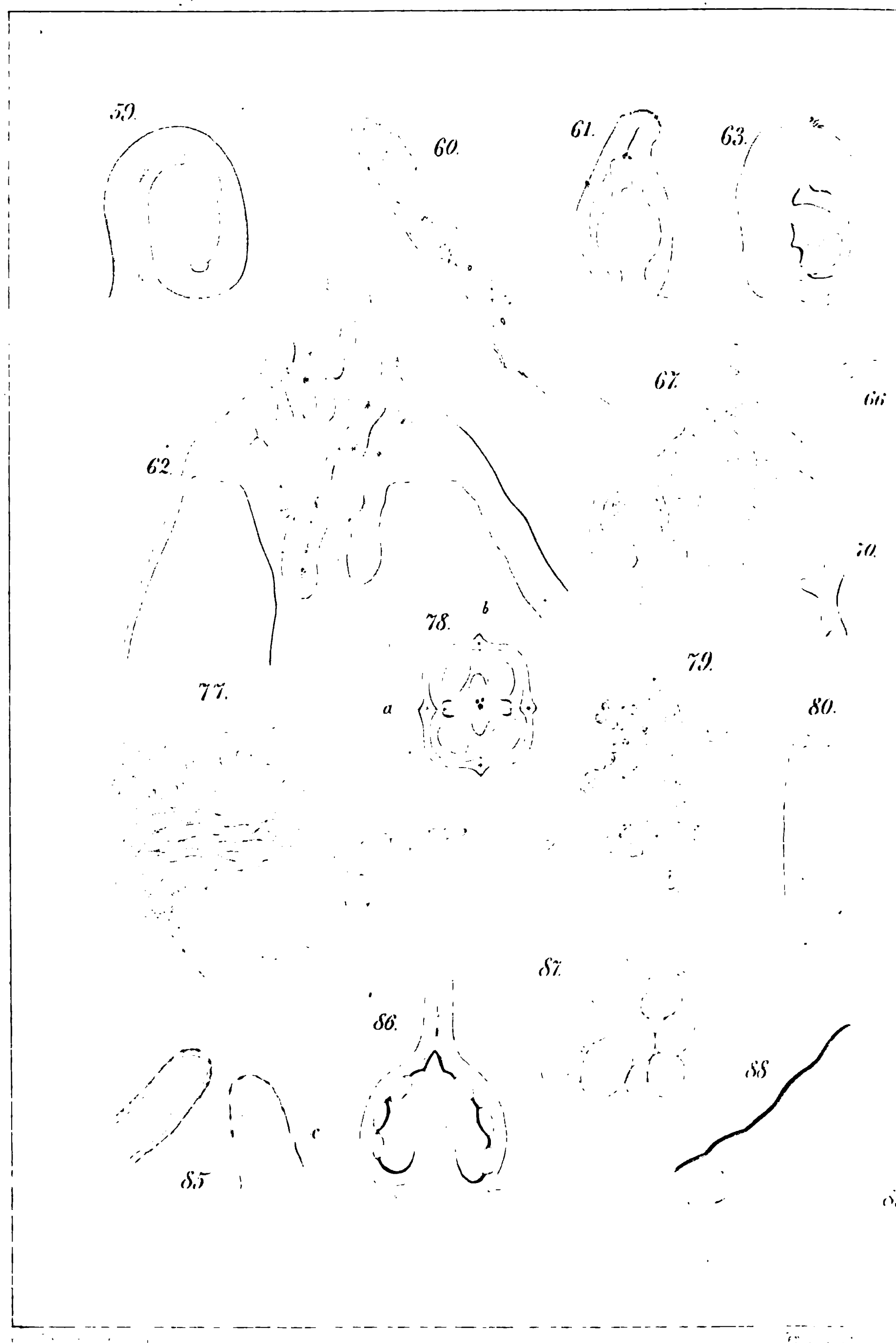


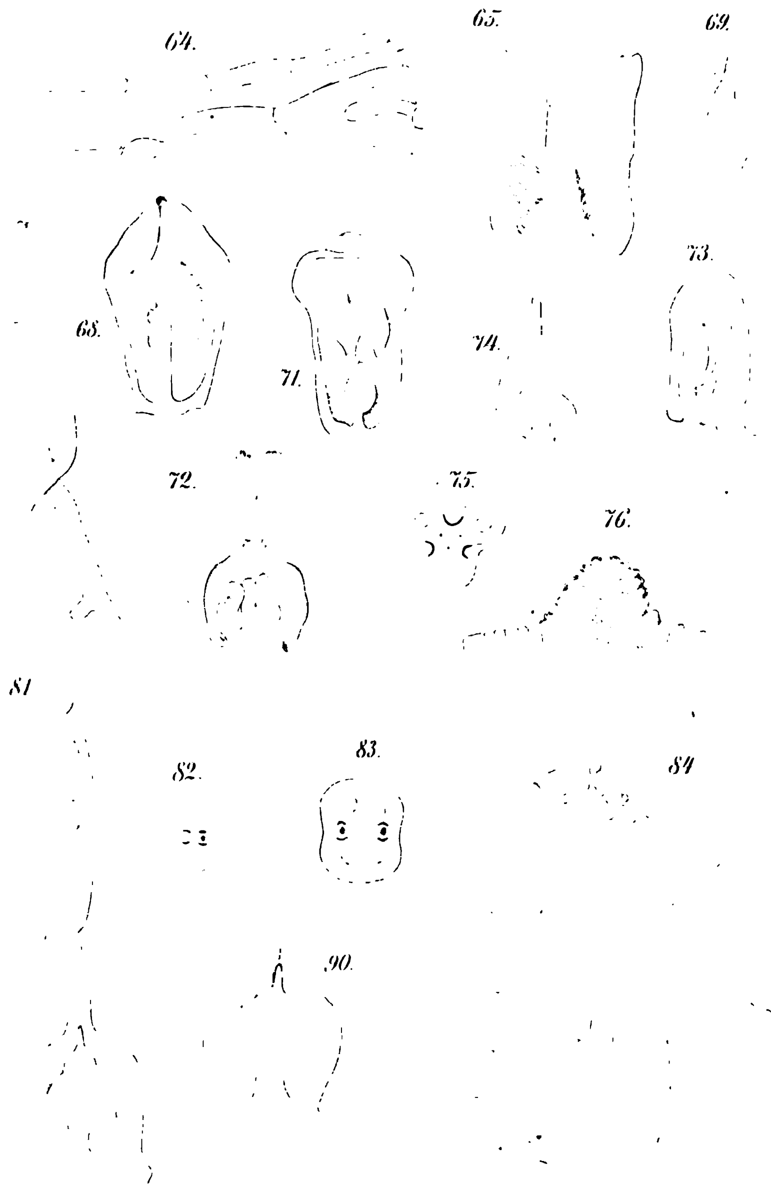

1.
2.
15.
16.
24.
18.


4.
5.
6.
7.
8.
11.
12.
13.
14.
20.
21.
22.
26.

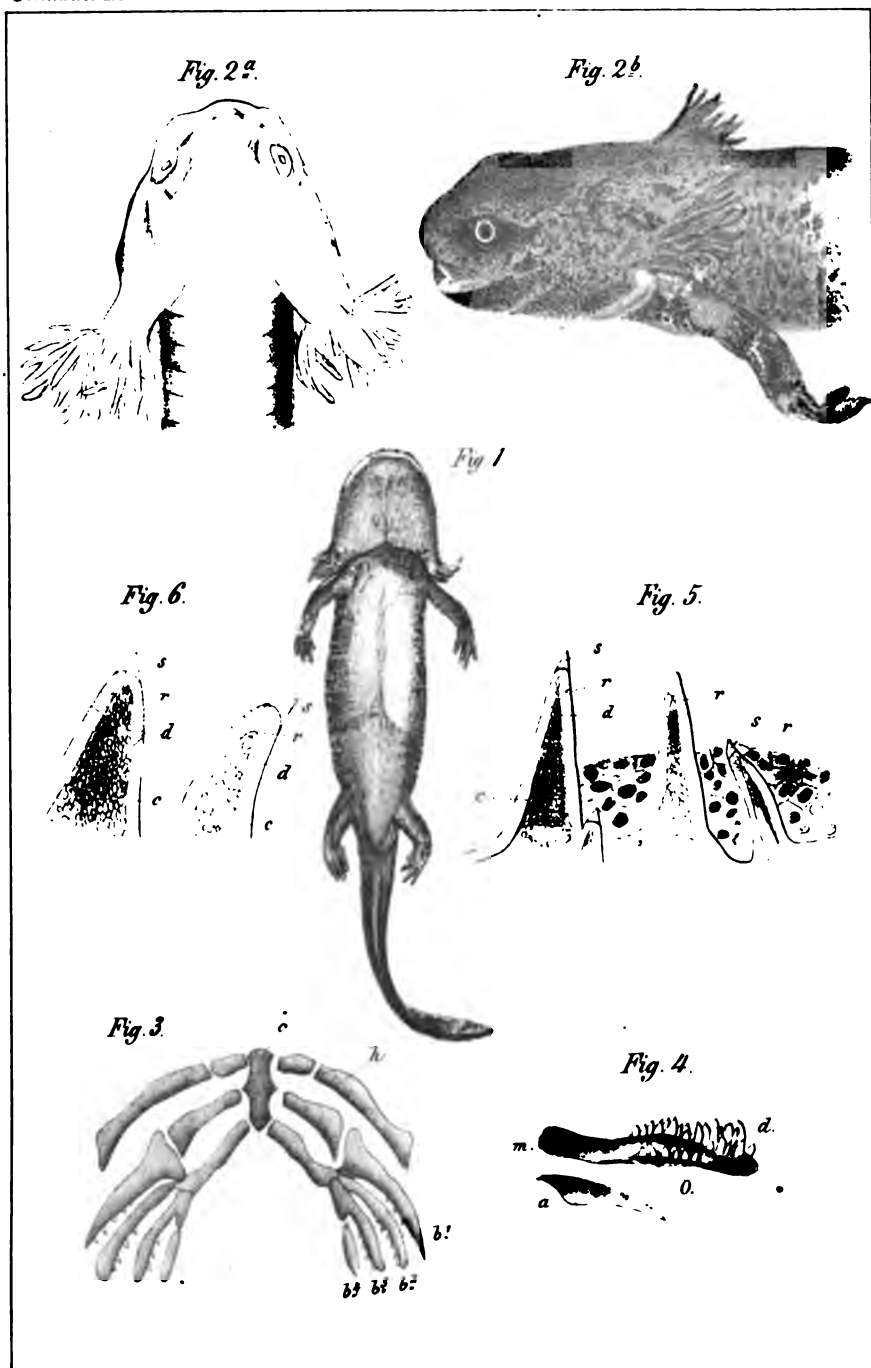

27.
28.
29.
30.
34.
35.
36.
37.
38.
39.
47.
48.
49.
50.
51.


31.
32.
33.
40.
41.
42.
43.
44.
45.
46.
52.
53.
54.
55.
56.
57.
58.


59.
60.
61.
63.
62.
67.
66.
70.
78.
a
b
77.
79.
80.
87.
86.
88
85
c


64.
65.
69.
68.
71.
74.
73.
72.
75.
76.
81
82.
83.
84
90.





O Hamann del. Verlag v Gustav Fischer, Jena Lith v G C Muller, Jena

Fig. 1.

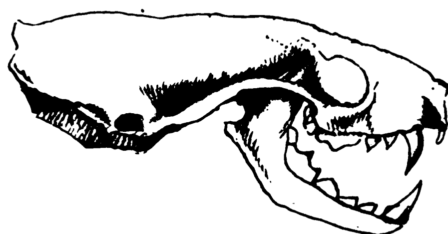


Fig. 2.

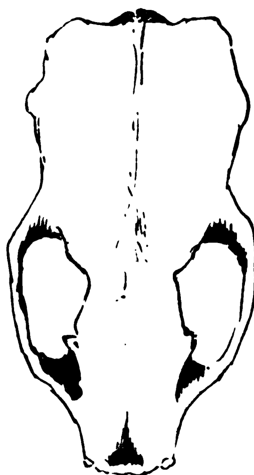


Fig. 3.



Fig. 6.

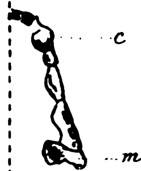


Fig. 4.

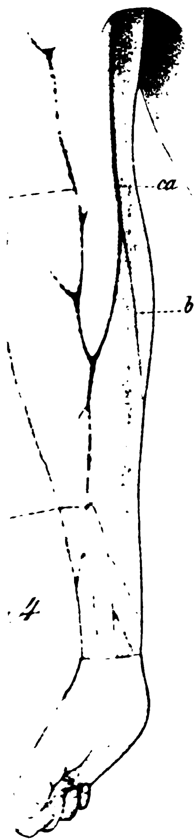


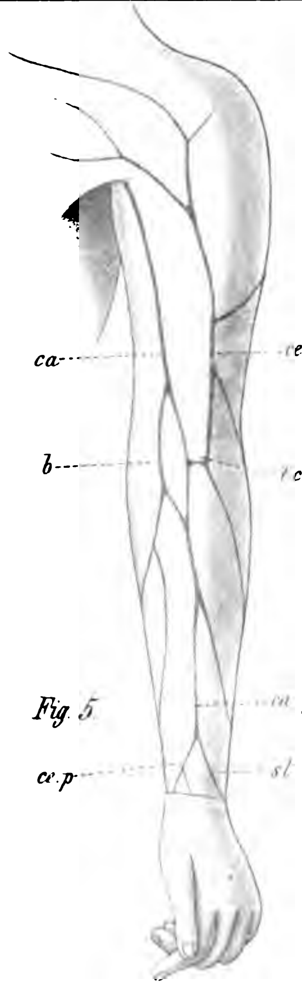
Fig. 5.

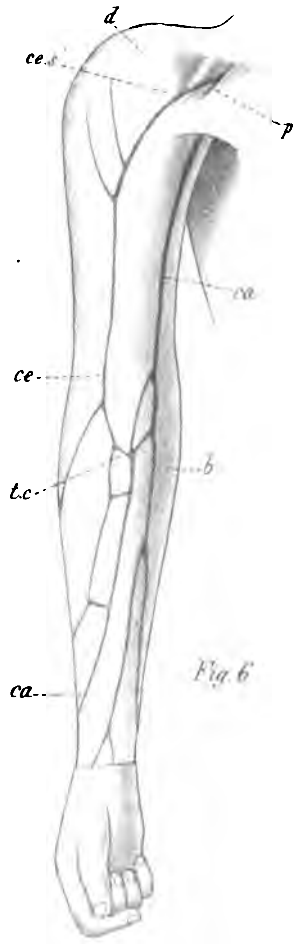


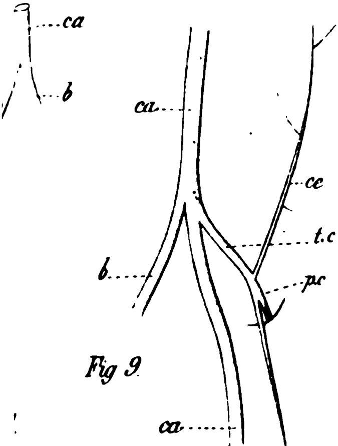
Sämmtliche Figuren in natürl. Grösse.

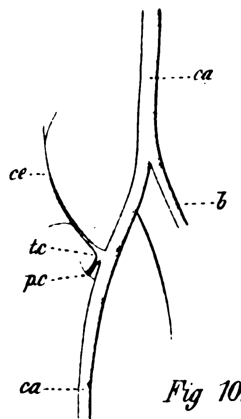
D Brauns del. Verlag v. Gustav Fischer, Jena lith. C.C Muller Jena

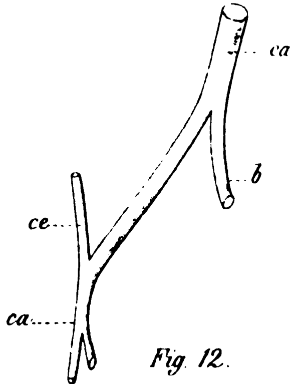












Gustav Fischer in Jena.

Lith Anst v G C Müller Jena

